



**Manuela Alexandra  
Correia Maurício  
Claro Carreiras**

**Planeamento energético – a dimensão municipal  
como contributo para a sustentabilidade**



**Manuela Alexandra  
Correia Maurício  
Claro Carreiras**

**Planeamento energético – a dimensão municipal  
como contributo para a sustentabilidade**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão Ambiental, Materiais e Valorização de Resíduos, realizada sob a orientação científica do Prof. Doutor Joaquim Borges Gouveia, Professor Catedrático do Departamento de Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

Aos meus pais...

## **o júri**

presidente

Prof. Doutora Maria Isabel Aparício Paulo Fernandes Capela  
Professora Associada da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Joaquim José Borges Gouveia  
Professor Catedrático da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Cláudio Domingos Martins Monteiro  
Professor Auxiliar da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

## **agradecimentos**

Início os meus agradecimentos pelos que contribuíram de forma incontestável para a concretização deste trabalho, o Professor Doutor Joaquim José Borges Gouveia e o Engenheiro Luís Castanheira, meus orientadores científicos, pela orientação, disponibilidade e estímulo que sempre demonstraram e pelas sugestões e críticas que favoreceram o desenvolvimento do meu espírito crítico.

À ENERGAIA, nas pessoas dos seus colaboradores, que me acolheram e apoiaram no levantamento da informação necessária.

Ao Prof. Doutor António Dinis Ferreira, pelo estímulo e constantes desafios, pela colaboração e compreensão, apoio e carinho que sempre tem demonstrado.

Aos meus pais e irmã que estiveram sempre presentes quando necessitei, que sempre me apoiaram em todas as fases da minha vida e a quem devo grande parte daquilo que sou...

Ao Ricardo, companheiro e amigo, pela paciência e carinho nos bons e maus momentos, pela preocupação, apoio e pela harmonia e paz que me transmite.

A todos os meus amigos e colegas de trabalho pelo seu incentivo e amizade.

A todos aqueles que, embora não referidos, contribuíram de alguma forma para o desenvolvimento deste trabalho.

**palavras-chave**

gestão energética, sustentabilidade, gases efeito estufa (GEE) .

**resumo**

A gestão energética assume hoje em dia uma importância premente. Esta é resultado do aumento do consumo e da utilização das diferentes formas de energia bem como dos efeitos ambientais resultantes da transformação dos recursos fósseis. Dentro destes efeitos, destaca-se a emissão de gases com efeito de estufa (GEE), os quais têm sido alvo de inúmeras medidas de mitigação. Uma destas medidas é o acordo voluntário "Pacto dos Autarcas" promovido pela União Europeia e que pretende a redução em, pelo menos, 20% até 2020 das emissões de GEE por parte das autarquias aderentes.

A autarquia de Vila Nova de Gaia aderiu a este acordo e vê-se obrigada ao seu cumprimento. Este projecto de dissertação visa contribuir para o estabelecimento de uma estratégia sustentável por introdução de medidas que permitam o cumprimento do objectivo estabelecido. Analisa-se a situação de referência, reportando ao ano de 2006, e através da definição de cenários de redução é avaliada a evolução do comportamento face às emissões de GEE permitindo estabelecer quais as medidas e os sectores alvo de intervenção.

**keywords**

energy management, sustainability, greenhouse gas (GEE)

**abstract**

The energy management is nowadays a pressing issue. This is a result of increased consumption and use of different forms of energy and environmental effects resulting from the processing of fossil fuels. Among these effects, there is the emission of greenhouse gases (GHG's), which have been the target of numerous measures of mitigation. One of these measures is the voluntary agreement "Covenant of Mayors" promoted by the European Union, which aims to reduce at least 20% by 2020 emissions of greenhouse gases by the local members.

The municipality of Vila Nova de Gaia has acceded to this Agreement and there is bound to comply therewith. This draft dissertation aims to contribute to the establishment of a sustainable strategy for introduction of measures to the target set. Examines the base year inventory, reporting to the year 2006, and by defining scenarios of reduction is assessed against the development of the GHG emissions permitting establish what measures and the sectors targeted for intervention.

## ÍNDICE

Índice de Figuras .....	2
Índice de Quadros .....	4
Capítulo 1. Introdução .....	5
Capítulo 2. Energia, ambiente e sociedade .....	11
Capítulo 3. Planeamento energético e projecção de cenários .....	23
Capítulo 4. Modelos de planeamento energético sustentável .....	37
Capítulo 5. O Modelo Long-Range Energy Alternatives Planning System – LEAP .....	49
5.1. Estrutura do modelo LEAP .....	51
5.2. Método do modelo LEAP .....	55
5.3. Inventário .....	58
5.4. Utilização do modelo LEAP .....	60
6. Caso de estudo – Planeamento Energético para Vila Nova de Gaia .....	61
6.1. Resultados .....	72
6.2. Análise Crítica de Resultados .....	92
6.3. Proposta de Acções .....	101
Capítulo 7. Conclusões e perspectivas futuras .....	105
Capítulo 8. Bibliografia e referências .....	109
Anexos .....	117



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variação da taxa anual de intensidade energética nos países da União Europeia entre 1995 - 2007 (adaptado de Schmidt, 2008) .....	6
Figura 2. Evolução dos GEE e das condicionantes às emissões (adaptado de Ferreira <i>et al</i> , 2008)...	13
Figura 3. Principais emissões de GEE por sector de actividade (Agência Portuguesa do Ambiente, 2007).....	14
Figura 4. Principais emissões de GEE por sector de actividade (adaptado de Ferreira <i>et al</i> , 2008) ....	14
Figura 5. Projectão de produção de combustíveis líquidos no horizonte de 2030.....	26
Figura 6. Projectão das emissões de CO <sub>2</sub> no horizonte de 2030 .....	26
Figura 7. Projectões mundiais no horizonte a 2030 segundo a EIA (EIA, 2008) .....	27
Figura 8. Projectão das emissões de CO <sub>2</sub> segundo o PIAC (adaptado de PNUD, 2007) .....	29
Figura 9. Emissões em 1990 e projecções para 2010: cenários de referência e medidas adicionais (Pereira, 2006).....	31
Figura 10. Consumo de energia primária (Seixas <i>et al</i> , 2007).....	32
Figura 11. Consumo de energia final por sector (Seixas <i>et al</i> , 2007) .....	32
Figura 12. Previsão de redução de emissões de CO <sub>2</sub> (Seixas <i>et al</i> , 2007) .....	33
Figura 13. Estrutura do modelo LEAP (adaptado de Heaps, 2002) .....	51
Figura 14. Estrutura e procedimentos analíticos do modelo LEAP (adaptado de Song <i>et al</i> , 2007).....	53
Figura 15. Exemplo de uma estrutura árvore.....	55
Figura 16. Distribuição dos consumos de electricidade no sector doméstico por tipologia de utilização (Serra & Sousa, 2007) .....	65
Figura 17. Distribuição das actividades do concelho de Vila Nova de Gaia por sector de actividade ..	66
Figura 18. Procura de energia final no cenário de referência .....	73
Figura 19. Distribuição da procura de energia final no cenário de referência no sector “Doméstico” ...	74
Figura 20. Distribuição da procura de energia final no cenário de referência no sector “Outros consumos” .....	75

Figura 21. Contribuição da procura de energia final no cenário de referência para o aquecimento global .....	76
Figura 22. Distribuição da procura de energia final no cenário 1 .....	77
Figura 23. Distribuição da procura de energia final no cenário 1 para o sector “Doméstico” .....	78
Figura 24. Contribuição da procura de energia final no cenário 1 para o aquecimento global .....	78
Figura 25. Distribuição da procura de energia final no cenário 2 .....	79
Figura 26. Distribuição da procura de energia final no cenário 2 para o sector “Outros consumos” ....	80
Figura 27. Contribuição da procura de energia final no cenário 2 para o aquecimento global .....	81
Figura 28. Distribuição da procura de energia final no cenário 3 .....	82
Figura 29. Distribuição da procura de energia final no cenário 3 para o sector “Outros consumos” ....	83
Figura 30. Contribuição da procura de energia final no cenário 3 para o aquecimento global .....	83
Figura 31. Distribuição da procura de energia final no Cenário Pacto .....	84
Figura 32. Distribuição da procura de energia final no Cenário Pacto para o sector “Domésticos” .....	85
Figura 33. Distribuição da procura de energia final no Cenário Pacto para o sector “Outros consumos” .....	86
Figura 34. Contribuição da procura de energia final no Cenário Pacto para o aquecimento global .....	87
Figura 35. Evolução comparativa da procura de energia final nos diferentes cenários .....	88
Figura 36. Evolução comparativa da contribuição para o aquecimento global nos diferentes cenários	89
Figura 37. Contribuições para o aquecimento global nos diferentes cenários para os anos de 2020 e 2030.....	90
Figura 38. Contribuições para o aquecimento global por tipo de consumo de energia nos diferentes cenários .....	91

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Relação dos municípios com a energia (Castanheira & Gouveia, 2004) .....	20
Quadro 2. Classificação dos modelos de avaliação utilizados para o sector energético (Heaps, 2008) .....	38
Quadro 3. Características dos modelos <i>bottom up</i> (Heaps, 2008) .....	39
Quadro 4. Categorias de planeamento energéticos e seus objectivos.....	41
Quadro 5. Modelos mais utilizados no planeamento energético .....	43
Quadro 6. Análise SWOT aos modelos de planeamento energético mais comuns .....	45
Quadro 7. Breve resumo das funções do LEAP .....	52
Quadro 8. Atribuição de ícones no modelo LEAP.....	56
Quadro 9. Abordagens para modelação da procura e suas características (Heaps, 2008).....	57
Quadro 10. Dados de entrada necessários ao modelo LEAP .....	58
Quadro 11. Inventário de consumos energéticos para o município de Vila Nova de Gaia para o ano de 2006.....	64
Quadro 12. Agregação dos consumos por tipologia de utilização .....	64
Quadro 13. Agregação das actividades por sector .....	66
Quadro 14. Valores de conversão para tep segundo o Despacho 17313/2008 de 26 de Junho .....	67
Quadro 15. Cenário de Referência .....	68
Quadro 16. Cenários estudados e pressupostos adoptados .....	69
Quadro 17. Critérios de redução em cada um dos cenários.....	70
Quadro 18. Sumário dos resultados obtidos para os cenários estudados em termos de redução da contribuição para o aquecimento global.....	97

## CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

Num contexto em que o ambiente é explorado para além da sua disponibilidade a industrialização, o crescimento demográfico e o desenvolvimento tecnológico rápido geraram impactos ambientais significativos no ambiente. Os aspectos da sustentabilidade têm assumido assim uma preocupação e importância crescentes nos anos mais recentes. A questão que se coloca é se os recursos da Terra têm capacidade para satisfazer as exigências de uma população humana em crescimento, a qual tem aspirações de consumo e qualidade de vida elevados, mantendo ao mesmo tempo a riqueza da diversidade do ambiente natural.

Indicadores recentes sugerem que há um fosso crescente entre o consumo humano dos recursos e a capacidade da Terra para fornecer esses recursos bem como para absorver os resíduos resultantes. As fontes energéticas são um dos recursos que se têm demonstrado primordiais quando se trata a sustentabilidade.

São vários os problemas associados à energia. Desde o tipo de energia que se utiliza, a sua extracção e exploração, o seu consumo final ou os resíduos resultantes de todo o processo, fazem com que grande parte da preocupação mundial seja a procura de soluções energéticas mais eficientes e mais sustentáveis. Existe uma consciência crescente entre todos os países e os seus decisores políticos, independentemente do desenvolvimento económico e industrial, de que o meio ambiente deve ser protegido no sentido de um futuro sustentável. Isto é especialmente importante no sector da energia - que é o principal factor de desenvolvimento económico e industrial, - uma vez que as fontes de energia primária (combustíveis fósseis como o petróleo e o carvão) são os principais culpados dos problemas ambientais globais, tais como o efeito de estufa (devido ao aumento da concentração de gases com efeito de estufa - GEE), depleção da camada de ozono, chuvas ácidas e poluição (Contreras *et al*, 1997).

Mas estes impactos advêm das necessidades de procura e da reduzida eficiência dos sistemas energéticos. No caso de Portugal e segundo dados da Direcção Geral de Energia e

Geologia, entre 1990 e 2004, o consumo de energia primária cresceu cerca de 40% e o consumo de energia final cerca de 60%. Por sector de actividade, em 2004, os transportes foram responsáveis pela maior quota de consumo de energia final (37%), seguido pelos sectores da indústria (29%), doméstico (17%) e serviços (13%). Quase toda essa energia foi importada, pois a dependência energética nacional ronda os 86% (contra uma média europeia de cerca de 50%) (Schmidt, 2008). Para além dos consumos enquanto referência de utilização a intensidade energética<sup>1</sup> é também um factor preponderante na avaliação do sector energético. Na Figura 1 apresenta-se a variação da taxa anual de intensidade energética nos países da União Europeia (UE) no período entre 1995-2007.

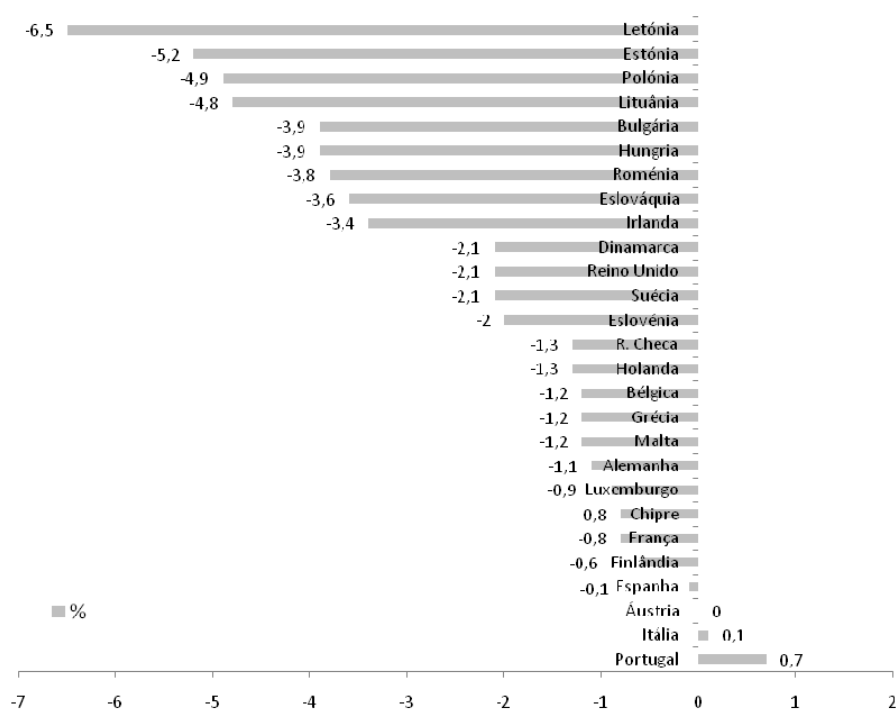


Figura 1. Variação da taxa anual de intensidade energética nos países da União Europeia entre 1995 - 2007 (adaptado de Schmidt, 2008)

<sup>1</sup> Intensidade energética expressa a relação entre o consumo de energia do país e o seu respectivo Produto Interno Bruto (PIB). Ou seja, quanto maior for o indicador referido, menor será a eficiência energética do país em causa, dado que, para produzir uma unidade de riqueza, um país que tenha um maior indicador de intensidade energética gasta mais energia do que outro com um menor valor desse indicador.

Portugal é o país da EU que piores resultados apresenta, revela que produzimos muito pouco e de forma ineficiente e no entanto consumimos bastante, situação que acarreta custos para a economia nacional. Sendo assim, maiores gastos com energia implicam: aumento exponencial da poluição atmosférica com consequências visíveis nas emissões de partículas, concentrações de ozono e seus impactos na saúde pública. Para além da redução no consumo e da diversificação nas fontes é ainda importante apostar num ciclo de eficiência energética que reduza substancialmente os gastos de energia. Fruto do aumento no consumo têm-se as emissões de GEE.

A combustão de combustíveis fósseis tem desempenhado um papel dominante na acumulação de GEE na atmosfera. Estima-se que o sector da energia seja responsável por cerca de metade das emissões mundiais de GEE (Karekezi, 2002). Durante os últimos 20 anos, cerca de três quartos das emissões antropogénicas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), foram geradas pela queima de combustíveis fósseis (Lowe, 1996). Cerca de 80% do total mundial da utilização de energia assenta em combustíveis fósseis os quais desempenham um papel importante nos domínios dos transportes e diferentes sectores da energia (Hennicke, 2004). Torna-se assim essencial desenvolver processos altamente eficientes para transformação e utilização da energia bem como promover a substituição de fontes de energia (Tahara *et al*, 1997).

A poupança de energia primária a partir de combustíveis fósseis e a promoção da exploração de fontes renováveis são dois dos mais importantes objectivos a serem alcançados, de modo a coincidir com a protecção climática, meta fixada pelo Protocolo de Quioto, em 1997 (Beccali *et al*, 2007).

Como referido por Abbasi em 2000, a dimensão da protecção do ambiente é determinante na política de planeamento energético de um país. E dentro deste, as autoridades locais são cada vez mais chamadas a desempenhar um papel na realização de estratégias orientadas para uma gestão ambientalmente eficiente dos recursos energéticos e a abordar a qualidade de vida no sentido da sustentabilidade nos seus territórios de jurisdição (Beccali *et al*, 2001).

A acção local, a nível regional, visa alcançar a minimização e o controlo dos impactos ambientais gerados pelos transportes, edifícios, uso da terra, e pelos sectores doméstico, industrial e serviços de utilização final (Sayigh, 1995). O rápido crescimento da população mundial e a sua concentração nas cidades fez com que o desenvolvimento urbano sustentável se tenha constituído como um elemento essencial que afecta as perspectivas a longo prazo da humanidade (Auclair, 1997).

Ao se estabelecer um sistema energético regional a implementação das acções será concomitante com objectivos que devem passar por (DREAM, 2004):

- aumento significativo da exploração de fontes renováveis de energia local, nomeadamente de energia eléctrica nas diferentes utilizações da energia;
- melhoria da eficiência energética na produção;
- redução do consumo energético nos sectores da indústria, habitação, agricultura e transportes com a melhoria da eficiência e da utilização dos sistemas.

Uma avaliação quantitativa da energia sobre os custos e benefícios das cidades numa perspectiva ambiental, especialmente no que diz respeito à disponibilidade, facilidade, eficiência das infra-estruturas, transportes públicos, energia e recursos internos e externos ambientais de consumo, permitirá a definição de uma estratégia dirigida à obtenção de um sistema sustentável de distribuição e utilização de energia. Este facto poderá permitir a melhoria da qualidade de vida nas zonas urbanas e no desempenho do sistema de produção. Já em 1996, Clarke & Grant apontaram o estabelecimento de tipologias de produção e utilização, a definição de perfis de procura a nível local e o estudo de cenários futuros como mecanismos de ordenamento e utilização dos recursos essenciais à gestão sustentável das cidades.

Amplamente reconhecido, o consumo de energia é um dos indicadores mais fiáveis do desenvolvimento e da qualidade de vida atingido por um país. A necessidade de satisfação de uma previsão da procura de energia, durante um certo período de tempo, é a base do planeamento energético (Cormio *et al*, 2003). O objectivo principal do planeamento

energético é assim o de definir uma estratégia para satisfazer as necessidades energéticas com custos reduzidos para a economia e o meio ambiente.

Mas para que os resultados sejam atingidos ao nível nacional, o planeamento deve passar também por planos e acções a nível local. Neste contexto, os municípios desenvolvem um papel extremamente importante enquanto actores-chave no contributo para a redução da tarifa energética e consequentemente das emissões de CO<sub>2</sub>. Neste sentido, têm sido colocadas em prática várias acções voluntárias que pretendem atingir estes objectivos, sendo a mais recente, o “Pacto dos Autarcas”. Este acordo, voluntário e de aplicação ao nível das cidades, estabelecido pela Comissão Europeia, visa reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> até 20% nas cidades aderentes. Neste pacto, as autarquias comprometem-se a superar os objectivos definidos pela UE no horizonte de 2020 reduzindo as emissões nos seus territórios em, pelo menos, 20%. Tal será conseguido através da aplicação de um plano de acção em matéria de energia sustentável nas áreas de actividade que se revelam das suas competências.

O presente trabalho enquandra-se neste âmbito e pretende realizar: (1) a caracterização actual do planeamento energético, (2) a elaboração de um estudo às ferramentas disponíveis, comparando os diferentes modelos de planeamento energético e (3) a aplicação de um modelo de planeamento energético a um município português, o de Vila Nova de Gaia. Este estudo segue a premissa de avaliação dos cenários futuros de utilização da energia e das emissões de CO<sub>2</sub> correspondentes. Pretende contribuir com informação e acções que permitam ao município de Vila Nova de Gaia cumprir os objectivos do “Pacto dos Autarcas”. Visa ainda criar um instrumento de discussão e definição conjunta de princípios e acções para a estruturação de um modelo energético sustentável naquele município dando resposta à pergunta: ***Será possível ao município de Vila Nova de Gaia cumprir com o Pacto dos Autarcas?***



A metodologia utilizada para a concretização deste trabalho baseia-se:

- na pesquisa bibliográfica, bem como em outras referências como artigos ou páginas na internet, de enquadramento ao tema, sua fundamentação e importância;
- na pesquisa de modelos de planeamento energético sustentável que integrem a avaliação ambiental, nomeadamente as emissões de CO<sub>2</sub>;
- na análise e estudo comparativo aos modelos de planeamento energético considerados relevantes para a análise e objectivos pretendidos e selecção do modelo a utilizar;
- na aplicação do modelo ao caso de estudo com pesquisa à informação de base necessária e estabelecimento dos cenários a serem estudados.

Este documento está estruturado em sete capítulos. No primeiro é realizado uma breve apresentação do tema e da sua importância e são apresentados os objectivos a que este trabalho se propõe. No segundo capítulo explora-se a problemática da utilização de energia e os seus efeitos no ambiente. De seguida, no capítulo 3, é apresentado o planeamento energético e feito um levantamento sobre a sua importância. São também apresentados os resultados de alguns estudos de projecções face a cenários energéticos futuros, com resultados em consumos ou emissões de GEE. Seguidamente, no capítulo 4 apresentam-se os modelos de planeamento energético e os resultados da análise SWOT realizada aos mesmos. No capítulo 5 é apresentado o modelo utilizado neste estudo, o Long-Range Energy Alternatives Planning System (LEAP) fazendo-se uma abordagem à sua estrutura, método e utilização. No sexto capítulo faz-se a aplicação do modelo ao caso de estudo, a autarquia de Vila Nova de Gaia, sendo apresentados os resultados da projecção dos diferentes cenários estudados. Por fim, no capítulo 7, analisam-se as conclusões e estabelecem-se perspectivas de trabalho futuro.

## CAPÍTULO 2. ENERGIA, AMBIENTE E SOCIEDADE

Nas últimas décadas tornou-se claro que o mundo estava a atravessar graves crises de mudanças climáticas. Relativamente a Portugal, o projecto SIAM: “*Climate Change in Portugal – Scenarios, Impacts and Adaptation Measures*”, aponta como principais impactos o aumento das ondas de calor (com todas as consequências que acarretam para saúde humana), a diminuição da precipitação e sua concentração nos meses de Inverno (aumentando o risco de cheias) e o aumento do consumo de electricidade em virtude de uma maior necessidade de arrefecimento dos edifícios.

Quase todos os cientistas concordam que a principal causa destas alterações é o fenómeno chamado efeito de estufa, e que este resulta da acumulação em excesso na atmosfera de seis tipos de gases, sobretudo do célebre CO<sub>2</sub>. O CO<sub>2</sub> é um resíduo tóxico resultante da exploração, transformação e utilização de combustíveis fósseis. Importa, no entanto, também referir que tem um papel fundamental na preservação do equilíbrio necessário à existência de toda e qualquer forma de vida.

Com o intuito de reduzir as emissões desde gás foi aprovado em 1997 o Protocolo de Quioto o qual obriga os países desenvolvidos a limitarem ou reduzirem as suas emissões de CO<sub>2</sub> a um determinado nível. Neste protocolo os países comprometeram-se a emitir, entre 2008 e 2012, 5,2% menos gases causadores do aquecimento global em relação aos níveis constatados em 1990 sendo que para alcançar essa meta, os países industrializados podem adquirir cotas de redução atingidas nos países em desenvolvimento, tendo para isso sido criado o denominado Mercado de Carbono.

Tanto a nível Comunitário como Nacional, têm sido tomadas várias iniciativas com vista à implementação destes compromissos que são levados muito a sério pela UE e pelos seus Estados Membros. De entre as quais salienta-se que até 2020 as metas europeias apontam para um aumento de 20% de eficiência energética, 20% de redução das emissões de gases

com efeito de estufa e 20% de produção de energia a partir de fontes energéticas renováveis. Outro dos objectivos da UE é a redução anual do consumo de energia em 9%, por cada país, até 2016 (Schmidt, 2008). Enquanto co-subscritor do Protocolo de Quioto, Portugal encontra-se absolutamente vinculado à obrigação de respeitar a quota de emissões de GEE.

Quando, em 1997, surgiu Quioto, alguns dos países mais industrializados da UE comprometeram-se desde logo a diminuir as suas emissões de GEE. No entanto, devido à sua desvantagem económica, a meta estabelecida para Portugal, para o período 2008-2012, permite um aumento de 27% das emissões de GEE em relação aos valores de 1990 (40% nas emissões de CO<sub>2</sub>).

No Relatório de Progresso Demonstrável de Portugal elaborado ao abrigo do cumprimento do artigo 3.2 do Protocolo de Quioto (2006) foram contabilizadas as emissões e analisadas as tendências de emissão de GEE, em Portugal, no período compreendido entre 1990 e 2006. Este facto permitiu assim uma comparação com os objectivos e metas do Protocolo de Quioto. Dados do referido estudo revelam que em 2006, o total de emissões de GEE (sem contabilizar as emissões equivalentes provenientes do uso e alteração do solo e a silvicultura) foi de 82,7 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>-eq), correspondendo a um aumento de 40% nas emissões de 1990 para 2006. Estes dados revelam assim um crescimento da taxa média anual de emissões de GEE, para o período 1990-2006, de aproximadamente 2,5%. Ainda o mesmo documento demonstra que entre 1990 e 2006 ocorreu um aumento de emissão em todos os GEE, sendo que o CO<sub>2</sub> aumentou a sua emissão em 47,1%. Outros dados que importa realçar, fonte do mesmo relatório, são os seguintes (Instituto do Ambiente, 2006):

- O consumo total de energia final aumentou aproximadamente 60%, entre 1990 e 2006, para isto contribuiu o facto de Portugal ter o consumo de energia final *per capita* mais baixo da EU, tendo aumentado cerca de 6% desde 2000;

- Em 2006 todos os sectores de actividade analisados viram as suas emissões de GEE aumentar, principalmente o sector energético (71,6% do total de GEE emitidos em 2006, que corresponde um aumento de 47% face ao período de 1990 a 2006). Para esta elevada emissão de GEE contribui o facto de, em média, 84% da energia primária consumida resultar da queima de combustíveis fósseis (carvão, fuel e gás natural), que apresentam maiores taxas de emissão de GEE;
- O sector dos transportes é outro que viu as emissões aumentarem significativamente no período 1990-2006. Os GEE emitidos no sector dos transportes aumentaram 98%, devido ao maior número de veículos e de viagens de automóvel, reflexo do aumento do rendimento das famílias e do elevado investimento na melhoria das estradas e vias de ligação.

No Inventário Nacional de GEE (2008) apresenta-se a evolução da população, do consumo de energia, das emissões *per capita* e da intensidade energética, bem como de outros condicionantes às emissões de GEE (Figura 2).

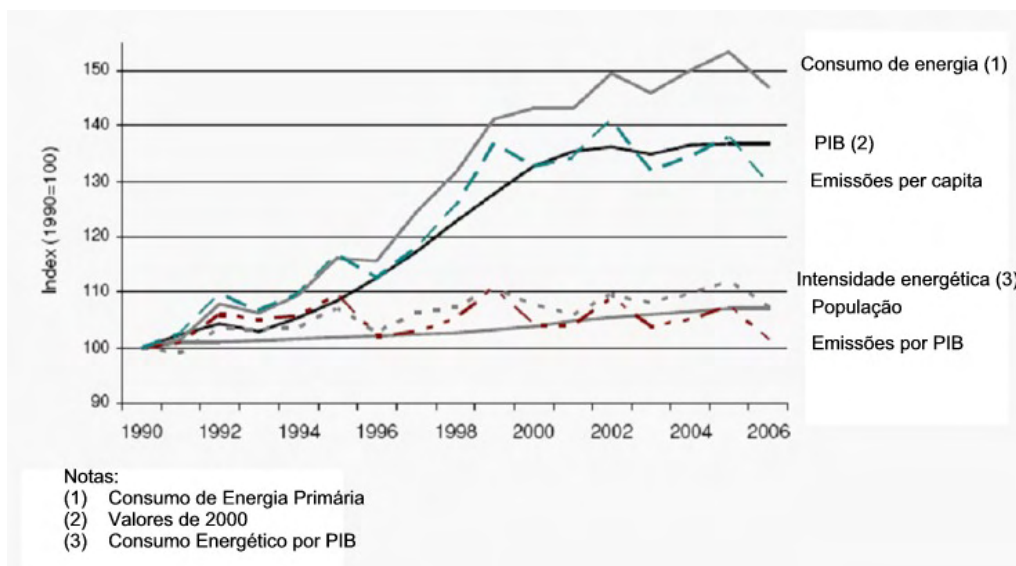


Figura 2. Evolução dos GEE e das condicionantes às emissões (adaptado de Ferreira *et al*, 2008)

São ainda apontados no mesmo documento quais os factores que têm contribuído para este cenário de emissões de GEE, sendo eles: o crescimento económico e a maior procura de energia, o aumento do volume de tráfego e da distância a percorrer pelos transportes rodoviários. Este último caso, é impulsionado pelo dinâmico desenvolvimento das infra-estruturas rodoviárias bem como pelo rápido acesso a viatura própria.

Ao nível sectorial, em Portugal, a distribuição das emissões segue a evolução apresentada na Figura 3. Na Figura 4 apresenta-se a mesma distribuição com dados do ano de 2006.

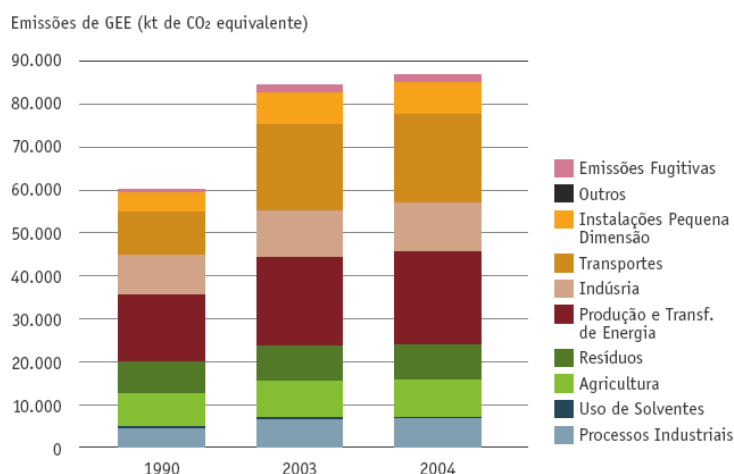


Figura 3. Principais emissões de GEE por sector de actividade (Agência Portuguesa do Ambiente, 2007)

Nota: Os valores totais não incluem os LULUCF (*emissions and removals from land-use change and forestry* – floresta e alterações do uso do solo) e os “bunkers internacionais”

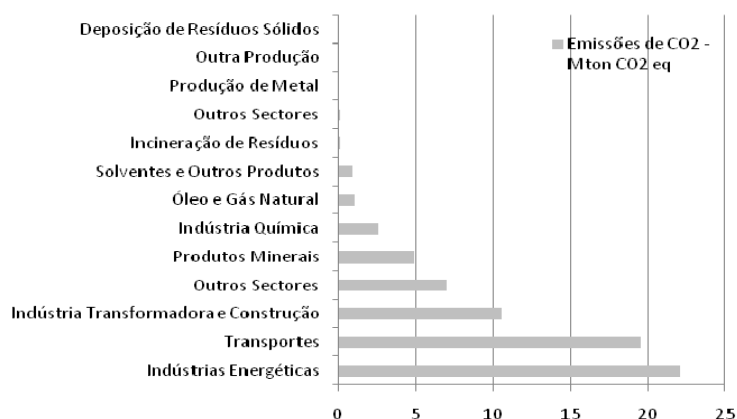


Figura 4. Principais emissões de GEE por sector de actividade (adaptado de Ferreira *et al*, 2008)

É possível constatar que a maior parte das emissões com origem na vida quotidiana da sociedade civil provém dos transportes rodoviários e dos gastos de electricidade domésticos e similares. No caso específico de Portugal, as emissões de CO<sub>2</sub> no sector doméstico têm aumentado exponencialmente, mais de 100% nos últimos 15 anos (Schmidt, 2008). O sector dos transportes contribui de forma significativa para o consumo de energia final na UE e em Portugal, estimando-se que chegue a 38%, no nosso País em 2010 (Nabais, 2005). No caso dos transportes urbanos, estes respondem por uma grande fatia do perfil nacional de emissões de CO<sub>2</sub> - com aumentos de 95% nos últimos 15 anos (Schmidt, 2008), representando quase metade do consumo do sector. A contribuição da UE e de Portugal nas emissões de CO<sub>2</sub> está avaliada em cerca de 13% e 0,25%, respectivamente (Nabais, 2005).

Considerando as metas a atingir para cumprimento do Protocolo de Quioto, comparando o crescimento entre 1990-2006 com a trajectória linear para 1990-2010, as emissões de GEE para Portugal, em 2006, já se encontram 18% acima desta trajectória (Ferreira *et al*, 2008).

Face a esta realidade torna-se necessário projectar a utilização da energia a médio-longo prazo, atendendo às necessidades expectáveis e ao cumprimento das metas do Protocolo de Quioto. Para tal dever-se-á recorrer a mecanismos de planeamento e gestão tendo em vista uma utilização sustentável dos recursos já que, muito frequentemente, energia e ambiente são realidades conflituantes.

Os objectivos do planeamento energético são a utilização racional de fontes energéticas e a optimização dos seus processos de suporte, dentro das políticas económicas, sociais e ambientais vigentes. Del Valle, citado por Bajay (em *Planejamento energético: Necessidade, objetivo e metodologia*, 1989), propõe que este se concentre em três objectivos sociais básicos, no cumprimento dos quais o sistema energético desempenha um papel decisivo. São eles: a) a melhoria da qualidade de vida da população; b) a melhoria da capacidade da sociedade para a sua autodeterminação e; c) a melhoria da sustentabilidade ambiental da sociedade.

Os padrões de desenvolvimento da sociedade - físico, social e económico - afectam a sustentabilidade quer a nível local quer a nível global. Desta forma, o planeamento sustentável tem início a um nível regional e urbano devendo integrar e definir o modo como, onde e quando ocorre o desenvolvimento humano. Desta forma, os planeadores podem, portanto, desempenhar um papel crucial na melhoria da sustentabilidade das comunidades e preservação dos recursos que as sustentam.

As recentes crises energéticas, tanto locais quanto globais, vieram mais uma vez ressaltar a necessidade de um planeamento energético a longo prazo o qual deve servir de base para o estabelecimento de políticas energéticas direccionadas para os interesses da sociedade. Esse planeamento deve assentar num processo integrado e transparente, capaz de incorporar as diversas dimensões dos problemas, incluindo os ambientais, sociais e políticos e ainda permitir a introdução progressiva de conceitos relacionados com a construção de um modelo sustentável de desenvolvimento. Só desta forma se conseguirá planear e projectar a energia de uma forma sustentável.

A política energética portuguesa orienta-se por três vectores principais, concretamente o incremento da utilização do gás natural, a promoção da utilização das energias renováveis e o aumento da eficiência energética/utilização racional da energia. Em 20 de Maio de 2008, foi aprovada a Resolução do Conselho de Ministros n.º80/2008 referente ao “Portugal Eficiência 2015”, o qual engloba um conjunto alargado de programas e medidas, consideradas fundamentais, para que Portugal possa alcançar e suplantat os objectivos fixados no âmbito da directiva europeia, relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos (Directiva n.º 2006/32/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril). Para a prossecução deste documento foram tidas em consideração as orientações e cenários energéticos, bem como os impactos previstos. Em consequência, foram aprovados 12 Programas de eficiência energética que procuram incentivar a utilização das novas tecnologias, a melhoria de processos organizativos e a mudança de comportamentos e de valores que conduzam a hábitos de consumo mais sustentáveis. Foi

ainda criado um Fundo para a Eficiência Energética com o intuito de fomentar a reabilitação urbana, a substituição de electrodomésticos e a criação e dinamização de empresas de serviços de energia que implementem as medidas de eficiência. Conhecendo os consumos e a tipologia de utilização poder-se-á definir um planeamento de uso a médio-longo prazo, seguindo a utilização de modelos, e utilizar o “Programa Eficiência 2015” para implementação de algumas das medidas. Os maiores desafios das próximas décadas, além de ser indispensável garantir o aprovisionamento energético, serão necessariamente a eficiência energética e as emissões de CO<sub>2</sub>.

Fruto de um desenvolvimento baseado numa exploração descontrolada dos recursos naturais, as alterações climáticas vão exigir uma mudança radical no paradigma socio-económico vigente na actualidade. Uma estratégia integrada entre as questões energéticas e as políticas ambientais terá que encontrar um ponto uniforme entre a viabilidade, as exigências ambientais e técnico-económicos, sempre considerando a relação custo-benefício e o progresso social e económico na promoção do desenvolvimento sustentável.

As áreas urbanas enfrentam um conjunto de desafios ambientais. Embora a escala e a intensidade dos problemas variem, existe um conjunto comum de questões que podem ser identificadas. Estas incluem má qualidade do ar, volumes de tráfego e congestionamento, elevados níveis de ruído, escassez de zonas verdes e áreas recreativas, negligência do ambiente construído, alto nível de emissões de GEE, expansão urbana, geração de grandes quantidades de resíduos e de águas residuais, entre outros. Estes desafios ambientais são graves e têm impactos significativos sobre a saúde, o ambiente e o desempenho económico.

A cidade pode ser considerada como um sistema com leis internas e externas, constituído por relações visíveis dos fluxos de energia e de materiais, produzidas não somente pelas características físicas, químicas e leis biológicas, mas também por comportamentos sociais e preferências pessoais (Diamantini & Zanon, 2000). As cidades não são sistemas fechados, estando dependentes da disponibilidade de espaço e de recursos externos, e geram impactos directos sobre as áreas não urbanas. Podem ser comparadas aos ecossistemas,



em fase de transição, devido ao processo de crescimento e de reconstrução (Diamantini & Zanon, 2000).

Alguns dos serviços básicos ambientais que promovem a saúde e a qualidade de vida dos cidadãos são explorados a nível municipal ou regional, e por tal facto da sua optimização decorrem benefícios na melhoria da gestão dos recursos e consequentemente na vida quotidiana dos cidadãos. No que se refere à energia, o tema central de um plano integrado seria a preparação de programas endógenos de energia por tipologias de utilização. Estes definem-se com base na identificação das necessidades de energia e no desenvolvimento de recursos alternativos com baixo custo económico e ambiental.

Os municípios têm uma responsabilidade socio-ambiental, a qual se deve revelar através de uma atitude de adopção de meios e práticas cujos indicadores evidenciam (a) o favorecimento da sustentabilidade das pessoas, (b) a promoção do desenvolvimento sustentável das organizações e a opção pelo uso de tecnologias mais económicas e com menor impacto, tendo em vista políticas de (re) inclusão social e melhoria da qualidade de vida no planeta (Banco Mundial, 2008).

Para além desta responsabilidade, estima-se que dentro de poucas décadas, quatro quintos da população mundial esteja a viver em cidades. A urbanização gera desenvolvimento económico e bem-estar, mas também problemas com a água e os resíduos, o tráfego, os sistemas energéticos inefficientes e a sobre exploração de recursos. A integração da dimensão energética no planeamento municipal assume-se cada vez mais como um imperativo no processo de planeamento, que se pretenda sustentável (Castanheira & Gouveia, 2004).

Tendo em consideração que 75% da energia na Europa é consumida em cidades, os municípios têm um papel fundamental a desempenhar, pelas razões que se apresentam (Castanheira & Gouveia, 2004):

- Estão próximo dos consumidores de energia, e eles próprios consumidores também, situam-se num nível ideal para actividades locais de gestão de energia;
- Estão próximo do campo de acção, estão numa posição vantajosa no que diz respeito à utilização dos recursos renováveis locais, incluindo os resíduos;
- São responsáveis pelo desenvolvimento urbano e pelas políticas de transporte, tomam decisões que têm um impacto considerável na energia consumida pelos habitantes;
- Em face das preocupações com a protecção ambiental e, em particular, com a redução da poluição atmosférica, têm uma obrigação de promoção da melhoria da eficiência energética;
- Atentos aos problemas sócio-económicos, os municípios estão preocupados com a procura de novas actividades.

Por outro lado, para um município ser capaz de desempenhar um papel dinâmico no planeamento energético urbano implica ser capaz de agir a diferentes níveis, especialmente (Castanheira & Gouveia, 2004):

- Produção de energia e optimização da utilização das fontes locais de energias renováveis;
- Distribuição de energia;
- Consumo de energia nos sectores público e privado.

Como referido por Castanheira & Gouveia (2004), os municípios têm diferentes relações com a energia as quais estão resumidas no Quadro 1 que se segue.

Quadro 1. Relação dos municípios com a energia (Castanheira &amp; Gouveia, 2004)

Município como consumidor	Município como produtor e distribuidor de energia	Município como regulador/dinamizador da cidade	Município como motivador
Aquecer e iluminar edifícios, operar equipamento, gerir um sistema de iluminação pública e uma frota de veículos municipais são algumas das acções comuns à maioria dos municípios. Ou seja, todos eles são de facto consumidores de energia, e como tal têm uma capacidade de intervenção sobre este factor, que não pode ser descurada.	Produzir e distribuir energia para os habitantes e os variados actores económicos são acções de alguns municípios. Em Portugal não será de facto muito comum encontrar municípios que tenham nas suas funções a produção e distribuição de energia. No entanto, trata-se de algo comum noutros países, perfeitamente possível em Portugal, e com consequências muito positivas a todos os níveis do Desenvolvimento Sustentável dos municípios.	A escolha do desenvolvimento e planeamento de um município influencia fortemente o consumo energético de todos os seus «actores», por motivos tais como as deslocações ou o consumo das respectivas habitações. Ter estes factores em conta é o papel da cidade como regulador/dinamizador. Ou seja, intervindo sobre os referidos factores, através da tomada de decisão informada, condiciona o consumo de energia e as emissões de gases de efeito de estufa, provocadas pelos consumos de terceiros.	O consumo global de energia é simplesmente o resultado dos consumos individuais, que são, em si mesmo, o resultado de um número elevado de decisões isoladas, privadas e públicas. Possibilitando-se a melhoria da relação custo/benefício dos investimentos realizados pelo município e tentar envolver estes diversos «actores» encorajando as suas acções é o papel do município como motivador.

Uma comunidade sustentável é aquela que é compatível com todas as dimensões da sustentabilidade e com este objectivo, o CNADS (Conselho Nacional do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável) propõe, entre outras coisas, generalizar e divulgar balanços do país, autarquias e empresas. Desta forma, e para o caso da energia, torna-se essencial a elaboração da matriz energética a nível local. Esta ferramenta de gestão permite:

- Compatibilização da política energética com os objectivos das políticas nacionais;
- Estabelecimento de indicadores de sustentabilidade;
- Avaliação técnica, económica e sócio-ambiental dos recursos naturais a serem utilizados como fonte de energia.

A Matriz Energética apresenta-se como uma ferramenta útil para os actores locais delinearem estratégias conjuntas, aumentando a eficiência energética, desenvolvendo a implantação das energias renováveis e provocando alterações comportamentais na sociedade.

Importa ainda referir que existem três preponderantes factores para o aumento das emissões que interagem com a tecnologia, as mudanças nos mercados energéticos e as escolhas da política pública (PNUD, 2007):

- Tendências demográficas – as projecções actuais apontam para um aumento da população mundial dos actuais 6,5 milhares de milhão para os 8,5 milhares de milhão em 2030. Assim, a nível global, só esse facto leva à necessidade de efectuar reduções na ordem dos 30% em emissões *per capita*. Quase todos os aumentos na população terão lugar nos países em vias de desenvolvimento, onde existem consideráveis necessidades de energia e níveis mais baixos de eficiência energética;
- Crescimento económico – o crescimento económico e a presença de carbono no crescimento são dois dos mais poderosos condutores das tendências de emissão. Quaisquer projecções nesta área estarão sujeitas a um dado grau de incerteza. Importa referir que a economia experimenta um dos mais longos períodos de pouco crescimento. O crescimento mundial foi em média mais de 4% ao ano na última década. A este ritmo, a produção duplica de 18 em 18 anos, aumentando a necessidade de energia, por um lado, e as emissões de CO<sub>2</sub>, por outro. O montante de CO<sub>2</sub> produzido por cada dólar de crescimento na economia mundial – a “intensidade de carbono” do PIB mundial – tem vindo a cair nas últimas duas décadas e meia, enfraquecendo a ligação entre o PIB e as emissões de carbono. Essa tendência reflecte melhorias na eficiência energética, alterações na estrutura económica e as alterações na combinação de energia. Contudo, o

declínio na intensidade de carbono estacionou desde 2000, criando um aumento de emissões;

- Energia combinada – no passado quarto de século, as emissões de CO<sub>2</sub> relacionadas com a energia cresceram menos rapidamente do que a procura de energia primária. Contudo, segundo o cenário da Agência Internacional de Energia (AIE), o período até 2030 poderá assistir a um aumento de emissões de CO<sub>2</sub> mais rápido do que o da procura de energia primitiva. A razão: um aumento da taxa do carvão na energia primária. Estima-se que as emissões de CO<sub>2</sub> provenientes de carvão vão aumentar em cerca de 2,7% ao ano até 2015 – uma percentagem 50% superior àquela referente ao petróleo.

Estes aspectos devem ser tidos em consideração aquando do processo de planeamento energético e, juntamente com a matriz energética, tornam possível a definição de um plano de acção energético. Este estabelecerá as estratégias de longo prazo para a expansão do sistema energético tendo em conta os cenários de procura, os recursos disponíveis, as possibilidades de importação, as alternativas de gestão da procura, a evolução tecnológica na oferta e no consumo e as condicionantes ambientais.

### **CAPÍTULO 3. PLANEAMENTO ENERGÉTICO E PROJEÇÃO DE CENÁRIOS**

A designação “planeamento energético” tem uma diversidade de significados. No entanto, um significado comum é expresso como o processo de desenvolvimento de políticas de longo prazo para delinear o futuro de um sistema energético local, nacional, regional ou até mesmo global. O planeamento energético é muitas vezes conduzido no âmbito de organizações governamentais, mas também pode ser realizado por grandes empresas de energia ou produtores de petróleo e gás. O planeamento energético pode ser realizado com o contributo das diferentes partes interessadas e ser traçado a partir de agências governamentais, serviços públicos locais, universidades e outros grupos de interesse. Recorre frequentemente a abordagens integradas que consideram tanto a oferta de aprovisionamento de energia, bem como o papel da eficiência energética na redução da procura. Deverá, no entanto, reflectir sempre os resultados do crescimento da população.

O planeamento energético tem desempenhado um papel importante na definição do quadro de regulamentação no sector da energia. Mas, nas últimas duas décadas muitos países viram os seus sistemas energéticos liberalizados logo, reduziu-se o papel do planeamento energético, e as decisões têm sido tomadas tendo em conta, essencialmente, o mercado. Isto tem levado a um aumento da concorrência no sector da energia, embora haja poucos indícios de que esta foi transformada em energia a preços mais baixos para os consumidores. Com efeito, em alguns casos, a desregulamentação levou a grandes concentrações de “poder de mercado” nas grandes empresas desenvolvendo-se uma grande influência no preço de referência.

Esta tendência actual parece ser a inversão no que diz respeito ao crescimento dos impactos ambientais de produção e consumo de energia e, particularmente, tendo em conta a ameaça das alterações climáticas globais, sendo estas causadas em grande parte pelas emissões de gases com efeito de estufa a partir de sistemas de energia. Muitos países da Organização de Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) e de alguns estados da UE estão agora

em fase de regulamentação dos seus sistemas energéticos. Por exemplo, muitos países têm adoptado metas para as emissões de CO<sub>2</sub> e de outros GEE. À luz destes acontecimentos, o planeamento integrado da energia será cada vez mais importante.

O planeamento energético dispõe de técnicas e procedimentos auxiliares à tomada de decisão que permitem uma abordagem integrada, multidisciplinar e participativa. Utilizam técnicas de cenários para estudar estratégias de longo prazo e contemplam um processo de reavaliação para correcção de rumos e ajustes das tácticas aderentes aos objectivos estratégicos, tais como os processos de gestão e planeamento integrados de recursos.

Neste cenário também são importantes: a harmonização de acções locais com globais; o estabelecimento de políticas flexíveis associadas às estratégias de longo prazo; a transparência; o processo participativo e o papel da sociedade civil organizada. A efectiva adopção das estratégias de desenvolvimento como políticas de Governo, é também fundamental para garantir a continuidade, ressaltando a importância do papel de órgãos reguladores independentes.

É ainda importante considerar os impactos ambientais na elaboração de estratégias energéticas e orientar-se pela implantação de soluções energéticas sustentáveis, tais como: a diminuição do uso de combustíveis fósseis e um maior uso de tecnologias e combustíveis renováveis; o aumento da eficiência dos sectores energético e produtivo e o desenvolvimento e favorecimento de alternativas ambientalmente sustentáveis. Torna-se assim necessário procurar o alinhamento com políticas energéticas para o Desenvolvimento Sustentável de forma a aprimorar: o funcionamento dos mercados energéticos; incentivar e mobilizar investimentos adicionais em energia sustentável; encorajar inovações tecnológicas; dar suporte a lideranças tecnológicas e capacitação de pessoal nos países em desenvolvimento; ou encorajar maior cooperação no plano mundial.

Dever-se-á desenvolver uma visão integrada da energia como um componente adicional da infra-estrutura para o desenvolvimento, em conjunto com os transportes, as

telecomunicações e os sectores de águas e saneamento básico, procurando a melhor utilização das sinergias existentes.

Os ganhos resultantes da integração de um planeamento energético efectivo com o estabelecimento das estratégias e políticas energéticas ficam evidentes quando se consideram as intersecções, cada vez mais significativas, de ambos os sectores. É imprescindível aliar a oferta às necessidades do consumo.

Para além disso, torna-se fundamental uma maior divulgação dos estudos prospectivos da Matriz Energética num processo transparente e participativo de planeamento energético. A Matriz Energética contempla cenários de oferta e consumo, reflecte a evolução da eficiência energética, auxilia os cálculos de emissões atmosféricas e de indicadores energéticos, que podem ser usados para avaliar o encaminhamento para a sustentabilidade.

Actualmente, as preocupações com o consumo dos recursos fósseis bem como com as emissões de GEE, nomeadamente CO<sub>2</sub>, têm contribuído para a crescente preocupação com a disponibilidade e gestão energética. Face a esta preocupação têm sido estudadas as previsões e cenários para as questões energéticas, quer a nível global quer a um nível mais local.

A nível mundial existem organizações como a Agência Internacional de Energia (AIE), a *Energy Information Administration* (EIA), o Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (PIAC) ou o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) que têm desenvolvido estudos com o intuito de avaliar cenários futuros de produção/utilização de energia e consequentes emissões de CO<sub>2</sub>. Apesar de não serem demonstrados quais os critérios utilizados por cada uma destas organizações para a realização dos seus estudos, apresenta-se de seguida um breve resumo face aos resultados obtidos em cada um deles.

Segundo a EIA (2008) o consumo de energia global projecta-se para um crescimento em cerca de 50% entre 2005 e 2030, sendo este crescimento impulsionado pelo crescimento



económico e expansão demográfica dos países em desenvolvimento. A projecção de produção dos combustíveis líquidos pode ser observada na Figura 5.

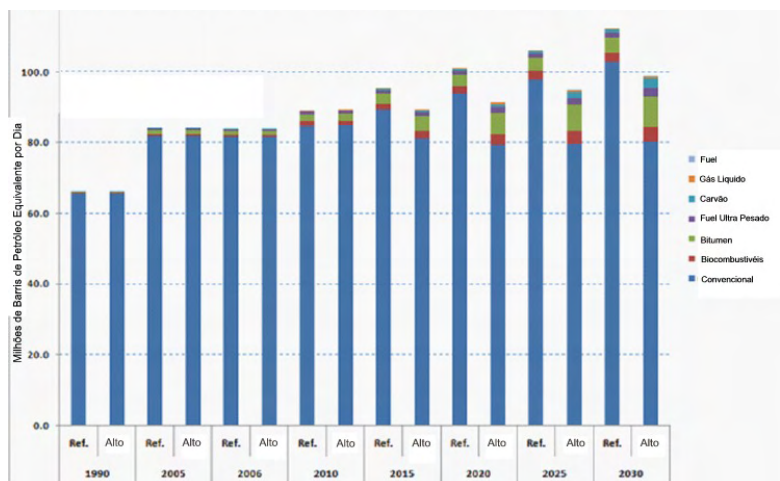


Figura 5. Projecção de produção de combustíveis líquidos no horizonte de 2030<sup>2</sup>

Desta produção e seu consequente consumo, a mesma fonte, projecta a emissão de CO<sub>2</sub> segundo o apresentado na Figura seguinte.

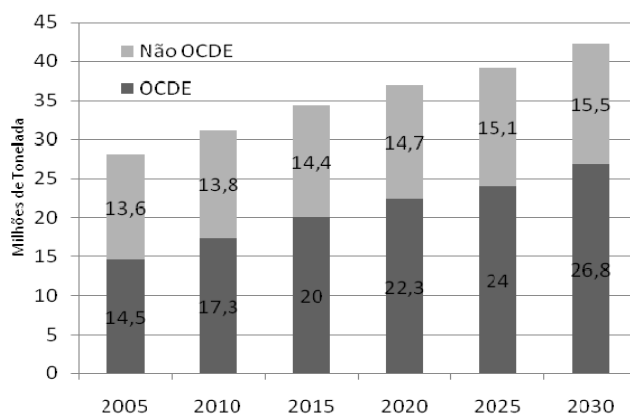


Figura 6. Projecção das emissões de CO<sub>2</sub> no horizonte de 2030<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Adaptado de: GREEN Car Congress (2008a). *EIA Projects World Energy Use to Grow 50% Between 2005 and 2030*. <http://www.greencarcongress.com/2008/06/eia-projects-wo.html#more>. Consultado em 26 de Junho 2008

<sup>3</sup> Adaptado de: GREEN Car Congress (2008a). *EIA Projects World Energy Use to Grow 50% Between 2005 and 2030*. <http://www.greencarcongress.com/2008/06/eia-projects-wo.html#more>. Consultado em 26 de Junho.

Segundo o mesmo estudo, em termos de energia primária, actualmente, o carvão continua a ser o combustível de crescimento mais rápido, com o consumo de petróleo a crescer lentamente. O petróleo permanece como o líder mundial em combustível, mas tem perdido quota de mercado global em seis anos consecutivos, enquanto o carvão tem vindo a ganhar quota de mercado nesse período.

O consumo mundial de petróleo aumentou 1,1% em 2007, ou 1 milhão de barris por dia (bpd), ligeiramente abaixo da média de 10 anos, enquanto a produção mundial de petróleo caiu 0,2%, ou 130000 bpd, revelando-se o primeiro declínio desde 2002 (Green Car Congress, 2008b).

As projecções actuais, segundo a EIA (2008), para o horizonte de 2030, são as apresentadas na Figura 7 que se segue.

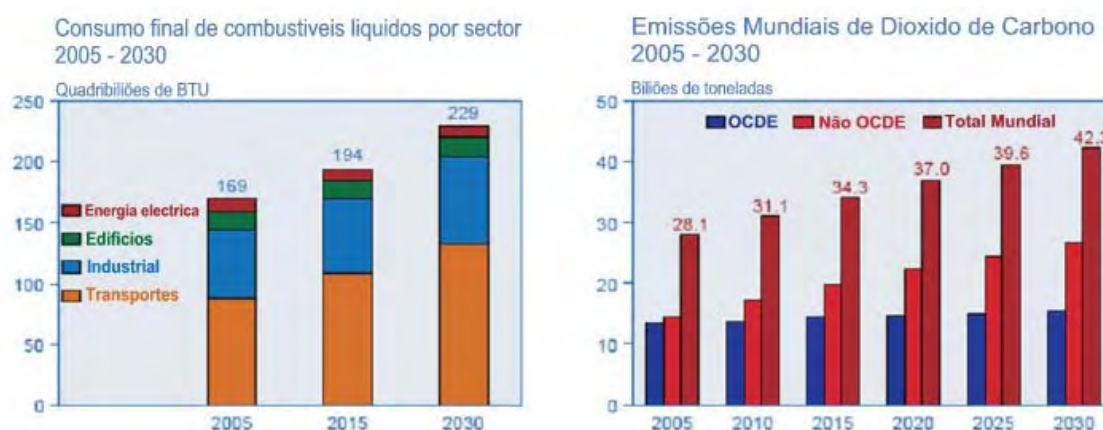


Figura 7. Projecções mundiais no horizonte a 2030 segundo a EIA (EIA, 2008)

Como se constata, a característica definidora dos mercados energéticos mundiais permanece elevada bem como a volatilidade dos preços, reflectindo um apertado equilíbrio da oferta e da procura. Isso faz com que as questões como a segurança energética e as energias alternativas estejam na vanguarda da agenda política em todo o mundo (Tony Hayward *in* Green Car Congress, 2008b).

A AIE, na sua edição de 2008 *Energy Technology Perspectives* (ETP 2008), esboçou dois cenários com níveis diferentes de redução de energia relacionados com as emissões de CO<sub>2</sub> para 2050. Um cenário é o de manter o nível actual de emissões até 2050 (Cenário “ACT”); o outro é de uma redução de 50% a partir dos níveis actuais até 2050 (Cenário “AZUL”). Dados do mesmo relatório sugerem que, se os governos de todo o mundo continuarem com as políticas em vigor até à data, as emissões de CO<sub>2</sub> irão aumentar em cerca de 130% e a procura de petróleo aumentará em 70%.

O mesmo documento refere que, para se alcançar o cenário “AZUL” (reduzir para metade) seria exigível um cenário virtual de *descarbonização* do sector da energia. Dada a crescente procura de electricidade, isso significaria que, em média, por ano, 35 centrais eléctricas a carvão e 20 centrais eléctricas a gás teriam de ser equipados com tecnologias de captura e armazenagem de CO<sub>2</sub> tecnologia, no período entre 2010 e 2050. Além disso, teria de haver um acréscimo de mais 32 novas centrais nucleares construídas cada ano e a capacidade eólica teria de aumentar em cerca de 17500 turbinas a cada ano, refere a AIE. Além disso, o sector dos transportes também teria de contribuir para uma redução de oito vezes a intensidade de carbono.

No caso específico dos transportes, o qual é 98% dependente do petróleo, o ETP 2008 refere que este pode representar o maior desafio para a redução significativa das emissões de CO<sub>2</sub> de qualquer sector energético. Dada uma projecção de 3 vezes de aumento da procura de viagens para 2050, as emissões médias por quilometro deverá reduzir-se em dois terço. Se a electricidade produzida for sustentável (ou seja, com emissões baixas de GEE) e, se os sistemas de armazenamento de energia eléctrica em veículos melhorar, em conjunto este factores poderão contribuir para a *descarbonização* no sector dos transportes transporte, revela o ETP 2008. A extensão desta *descarbonização* dependerá da disponibilidade de energia eléctrica com baixo teor de carbono, na medida das evoluções tecnológicas nos veículos e sistemas de armazenagem, bem como da adaptação dos transportes para utilização de energia eléctrica (Green Car Congress, 2008c).

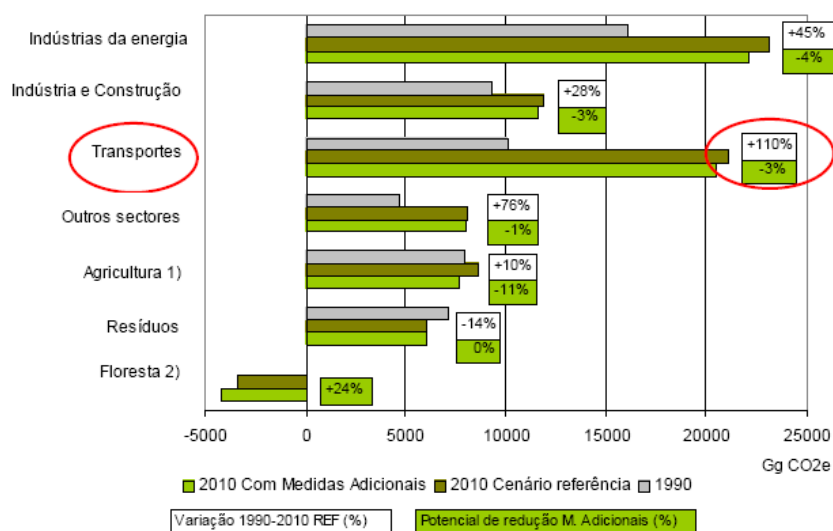


em vias de desenvolvimento (PNUD, 2007). Para suprimir estas necessidades serão realizados grandes investimentos, os quais estão a ser direccionados na implantação de infra-estruturas as quais ainda envolvem elevadas emissões de carbono e que ainda estarão a produzir energia, e consequentemente a emitir CO<sub>2</sub>, na segunda metade do século XXI (PNUD, 2007). As consequências podem ser avaliadas comparando os cenários de emissão de CO<sub>2</sub> relacionadas com a energia desenvolvida pela AIE, o PIAC e o PNUD no que se refere ao trajecto sustentável das emissões (PNUD, 2007):

- O trajecto definido pelo PNUD aponta para uma trajectória que requer uma redução de 50% nas emissões dos GEE por volta de 2050 relativamente a níveis de 1990. O cenário da AIE, pelo contrário, aponta para um aumento de 100%. Só entre 2004 e 2030 espera-se que as emissões de energia aumentarão em cerca de 14 Gt de CO<sub>2</sub>, ou 55%;
- O trajecto do PNUD aponta para reduções de pelo menos 80% para os países da OCDE, enquanto que o cenário de referência da AIE indica um aumento de 40% - uma expansão total de 4,4 Gt de CO<sub>2</sub>. Aos Estados Unidos corresponderá cerca de metade do aumento, elevando as suas emissões em 48% acima dos níveis de 1990;
- De acordo com a AIE, os países em desenvolvimento, serão responsáveis por três quartos do aumento das emissões globais de CO<sub>2</sub>, enquanto que o trajecto definido pelo PNUD aponta para a necessidade de redução à volta de 20% em 2050 relativamente a níveis de 1990;
- Enquanto as emissões *per capita* aumentarão mais rapidamente em países em vias de desenvolvimento, a convergência será limitada. Em 2030, as emissões da OCDE serão de 12 toneladas de CO<sub>2</sub> *per capita*, comparadas com as 5 toneladas nos países em desenvolvimento;
- Os cenários do PIAC são mais abrangentes dos que os da AIE, porque incorporam outras fontes de emissão, incluindo a agricultura, as alterações no uso da terra, o lixo

e um vasto leque de GEE. Estes cenários apontam para níveis de emissões de 60-79 Gt de CO<sub>2</sub>-eq em 2030, valores com forte tendência para aumentar. A percentagem mais baixa é de 50% acima do nível referencial de 1990. Um dos cenários de não mitigação do PIAC apresenta a duplicação das emissões nas três décadas até 2030.

Considerando agora Portugal, também já foram realizados estudos e projecções. Segundo Pereira, 2006, e num horizonte de 2010, as projecções são as apresentadas na Figura 9. Neste estudo são também apresentados os resultados tendo já em consideração a implementação de algumas medidas de minimização.



1) Agricultura/ Medidas adicionais: inclui actividades artº 3.4 (gestão agrícola e de pastagens)

2) Floresta/ Referência: inclui actividades artº 3.3 FRD (Florestação, Reflorestação e Deflorestação); Medidas Adicionais: inclui activ. 3.4 (Gestão Florestal)

Figura 9. Emissões em 1990 e projecções para 2010: cenários de referência e medidas adicionais (Pereira, 2006)

Ainda para Portugal, foi realizado um outro estudo por Seixas *et al.* (2007). O mesmo analisa cenários no horizonte 2020 e 2030 sendo os resultados os apresentados nas Figuras seguintes.

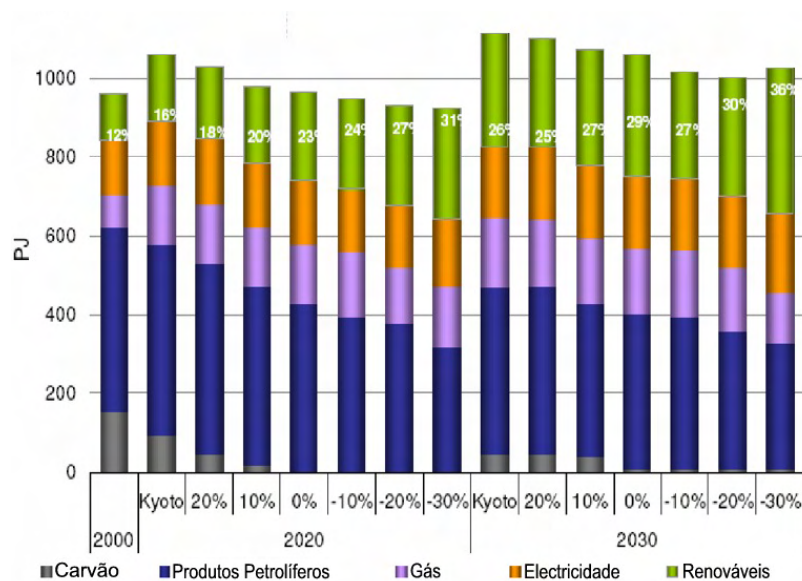


Figura 10. Consumo de energia primária (Seixas *et al*, 2007)

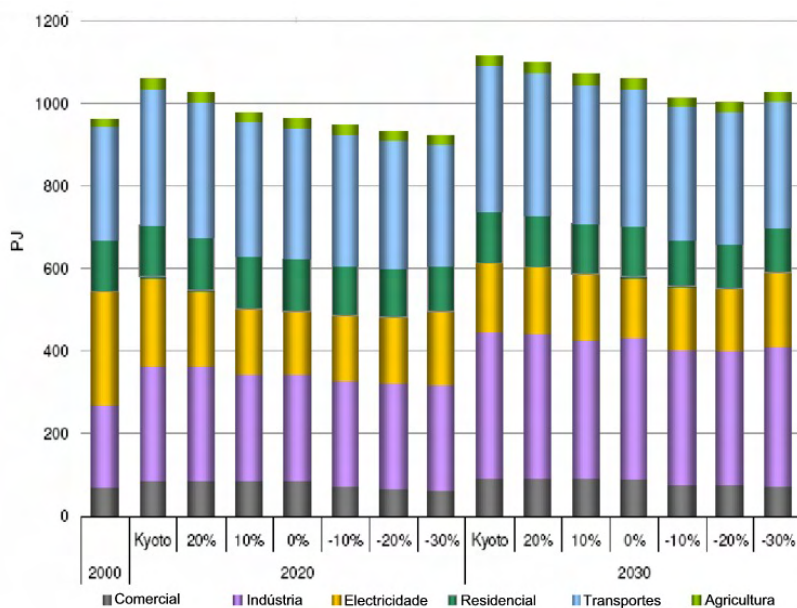


Figura 11. Consumo de energia final por sector (Seixas *et al*, 2007)

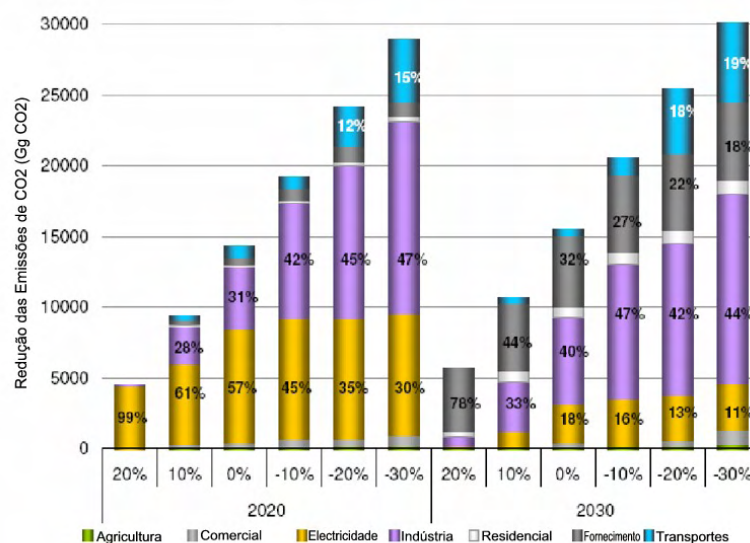


Figura 12. Previsão de redução de emissões de CO<sub>2</sub> (Seixas *et al*, 2007)

Todos estes cenários não demonstram uma trajetória predeterminada, antes sublinham o facto do mundo estar numa trajetória de emissões que garantidamente poderá acabar numa colisão entre o Desenvolvimento Humano e o Recursos Naturais.

A disponibilidade e a procura de energia pode ser projectada para diferentes cenários (cenário base, de elevada intensidade energética, transformação, cenários de crescimento), a fim de se obter um vislumbre dos padrões do futuro e avaliar os impactos prováveis das políticas energéticas. A adopção de cenários deverá sempre representar a melhor estimativa baseada em pressupostos de crescimento económico, de alteração da população, de mercados de energia, de tecnologia e das políticas actuais.

Dentro dos cenários, a contabilização da redução das emissões de GEE, nomeadamente o CO<sub>2</sub>, é um dos critérios cada vez mais tidos em consideração. De forma a ajudar os decisores políticos e os planeadores a nível global e local na avaliação e desenvolvimento de políticas energéticas ecologicamente sãs e sustentáveis, deverão utilizar-se planos sustentáveis de energia os quais são definidos com base em informações provenientes dos estudos de planeamento energético.



A necessidade de mitigação de impactos ambientais relacionados com a obtenção de energia e a procura pela sustentabilidade geram discussões mundiais, que envolvem interesses ambientais, sociais, políticos e económicos. A possibilidade de desenvolvimento sustentável no sector energético é portanto dinâmica (por ser afectada por questões sócio-económicas, recursos e fontes, bem como meio ambiente), e implica respostas face às dimensões social, económica, política e ambiental. Segundo Goldemberg & Villanueva (2003), os impactos ambientais podem ser a 3 níveis:

- Locais - poluição urbana do ar, poluição do ar em ambientes fechados;
- Regionais – chuva ácida; ou
- Globais – efeito estufa, desflorestação, degradação costeira e marinha.

O conceito de planeamento integrado de recursos (PIR) aplicado ao planeamento energético possibilita a redução dos custos totais bem como dos impactos ambientais e sociais. Este é um método eficaz de planeamento a curto e longo prazo, que considera as dimensões: social, política, técnico-económica e ambiental. É uma forma de planeamento baseada em elementos analíticos conhecidos. O PIR inclui análises das características por região, identificando quais os recursos energéticos disponíveis, fazendo um levantamento de dados de oferta e procura, realizando um levantamento das características e interesses de envolvidos e interessados, elaborando a análise de custo completo considerando, inclusivé, os custos relacionados a impactos ambientais, económicos e sociais, analisa possíveis estratégias para uma utilização otimizada da energia, trabalha o tratamento de incertezas através de simulações de cenários e iterações temporais, atribuindo pesos aos componentes do planeamento para a criação de um plano preferencial (Inatomi & Udaeta, 2000).

Do lado da procura, em termos sectoriais, enquanto se espera que a energia mantenha o seu actual papel de supridor preponderante para o segmento dos transportes apresenta-se com menor clareza o futuro contexto das procuras industriais e residenciais, onde a

competição entre sistemas energéticos e a evolução tecnológica dos usos finais pode afectar a sua participação sem, contudo, alterar significativamente o volume previsível de procura total. Quanto à oferta, as condições prospectivas definidas a partir das reservas recuperáveis e estimadas, bem como do esforço exploratório e de desenvolvimento verificado e previsto das fontes de energia renovável, apontam claramente para um crescimento sustentado da produção nacional.

A estimativa de cenários energéticos fornece informação que permite explorar perspectivas futuras de produção e utilização da energia, incluindo várias combinações de opções tecnológicas e as suas implicações. Muitos cenários na literatura permitem ilustrar como a evolução do sistema energético afecta muitas das mudanças globais. Exemplos disso são os novos cenários de emissões pelo PIAC ou os cenários energéticos através do *World Energy Assessment* (WEA).

Alguns destes cenários descrevem futuros energéticos que são compatíveis com os objectivos do desenvolvimento sustentável, tais como a melhoria da eficiência energética ou a adopção de tecnologias avançadas para abastecimento energético. O desenvolvimento de cenários sustentáveis também é caracterizado por baixos impactos ambientais (a escalas a nível local, regional e global) e reparte equitativamente os recursos e a riqueza. Os cenários energéticos podem proporcionar um enquadramento adequado para explorar caminhos em direcção ao desenvolvimento sustentável. Por exemplo, o WEA apresentou três cenários alternativos de evolução global os quais sugerem a forma como o futuro poderia evoluir em termos de crescimento económico, as tendências demográficas e a utilização de energia (World Energy Council, 2007).

No mesmo estudo é possível observar as diferenças consideráveis no consumo total de energia esperado entre os cenários estudados os quais reflectem as diferentes abordagens utilizadas para responder à necessidade de serviços energéticos no futuro e demonstram qual a influência das políticas. O estudo demonstra ainda que, tomadas em conjunto, as mudanças assumidas nos cenários de desenvolvimento sustentável, representam uma

abordagem “*business-as-usual*”. Outra condição fundamental apresentada para atingir a sustentabilidade nos cenários é o acesso total a serviços energéticos adequados e acessíveis e uma mais justa repartição dos recursos. Por último, a protecção face à poluição ambiental que contribua para as alterações climáticas é considerada uma característica essencial do desenvolvimento sustentável e projecção de cenários. A redução das emissões de CO<sub>2</sub> nas cidades de todo mundo é um dos mais importantes desafios que a humanidade vai encarar nos próximos anos. O problema das emissões de CO<sub>2</sub> é amplo e complexo e exige a integração das diferentes acções, globais e locais, individuais ou colectivas.

No entanto, como constatado, a maioria dos estudos é realizada a nível nacional não sendo possível, muitas das vezes, fazer a aplicação das acções a uma escala local. As especificidades a este nível, a dificuldade no acesso ou alocação de valores, bem como na caracterização da matriz energética num tão pequeno território, apresentam-se como um desafio quando se pretende trabalhar a este nível. Por considerar uma escala local de análise, o estudo realizado neste trabalho e as suas conclusões terão assim uma importância significativa na avaliação do comportamento energético a nível local e, conseqüentemente, no estudo das emissões de CO<sub>2</sub>. A tentativa de estabelecer uma metodologia para a implementação e cumprimento dos objectivos do “Pacto do Autarcas” revelam-se como a inovação a atribuir a este trabalho.

## CAPÍTULO 4. MODELOS DE PLANEAMENTO ENERGÉTICO SUSTENTÁVEL

Modelos energéticos são, à semelhança de outros modelos, representações simplificadas de sistemas reais. Grubb *et al.* (1993) menciona que qualquer modelo que lide com situações futuras inevitavelmente faz uso de estimativas e pressupostos que podem ou não passar a ser válidos em certas circunstâncias, mas que no momento da aplicação inevitavelmente são incertos. O problema com a classificação dos modelos energéticos é que existem diversas formas de caracterizar os diferentes modelos, enquanto existem poucos modelos que se encaixam numa categoria distinta.

Segundo Cormio *et al.* (2003) os métodos de planeamento energético são geralmente classificados em três categorias: planeamento com modelos, por analogia e por inquérito. A precisão destes métodos depende do intervalo de tempo sob investigação: de curto e médio prazo (até 10 e 20 anos) e de longo prazo (mais de 20 anos).

Um outro exemplo de classificação é apresentada por Hourcade *et al.* (1996) e distingue três aspectos importantes para diferenciar modelos energéticos, a saber:

- a finalidade dos modelos;
- a sua estrutura; e
- os seus contributos externos ou suposições.

Por outro lado, Grubb *et al.* (1993) usa seis dimensões para classificar modelos energéticos, incluindo:

- *top-down vs bottom-up*;
- horizonte temporal;
- cobertura sectorial;
- optimização vs simulação técnicas;

- nível de agregação e, finalmente;
- cobertura geográfica, comércio, e fugas.

Já Hirematha *et al.* (2007), numa visão mais recente, sugere que os modelos poderão ser revistos utilizando as seguintes abordagens:

- Objectivos gerais e específicos;
- Modelo de estrutura: pressupostos internos e externos;
- Abordagem analítica: "*top-down*" vs "*bottom-up*";
- Metodologia subjacente;
- Abordagem matemática;
- Cobertura geográfica: global, regional, nacional, local ou projecto;
- Cobertura sectorial;
- Horizonte temporal: curto, médio e longo prazo;
- Dados requeridos.

Para Heaps (2008), os modelos energéticos podem ser classificados segundo o exposto no Quadro 2.

Quadro 2. Classificação dos modelos de avaliação utilizados para o sector energético (Heaps, 2008)

Tipo de modelo	Características	Objectivos
<i>Top-down</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliza dados económicos agregados</li> <li>- Avalia os custos/benefícios através do impacto sobre a produção, rendimento, PIB</li> <li>- Assume mercados eficientes</li> <li>- Utilizado para avaliar o impacto das políticas fiscais e os impostos de carbono</li> <li>- Não é adequado para a avaliação de tecnologias de políticas específicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avalia o impacto das políticas energéticas sobre a economia geral</li> <li>- Normalmente, analisa variáveis como o PIB, emprego, importações, exportações, finanças públicas, etc</li> <li>- Assume equilíbrio competitivo e racional no comportamento dos consumidores e produtores</li> <li>- Tende a ser específico para cada país</li> <li>- Pode ser utilizado em conjunto com abordagens <i>bottom-up</i> para ajudar a verificar a sua coerência</li> </ul>

Tipo de modelo	Características	Objectivos
<i>Bottom-up</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliza dados pormenorizados sobre combustíveis, tecnologias e políticas</li> <li>- Avalia os custos/benefícios individuais de tecnologias e políticas</li> <li>- Não assume mercados eficientes, superando-se as barreiras do mercado pode estabelecer-se uma boa relação custo-eficácia na poupança de energia</li> <li>- Utilizado para avaliar os custos e benefícios de projectos e programas</li> </ul>	<p>Dependem do tipo de modelo, os quais podem ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelos de optimização</li> <li>- Modelos de simulação</li> <li>- Modelos de contabilidade</li> <li>- Modelos Híbridos (integram e combinam elementos dos diferentes modelos)</li> </ul>

Ainda segundo Heaps (2008) os modelos *bottom-up* apresentam as características explicitadas no Quadro 3 que se segue.

Quadro 3. Características dos modelos *bottom up* (Heaps, 2008)

	Modelos de Optimização	Modelos de Simulação	Modelos de Contabilidade
<b>Objectivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizados para identificar o menor custo face a diferentes sistemas de energia tendo por base vários constrangimentos (por exemplo, uma meta de emissões de CO<sub>2</sub>)</li> <li>- Selecciona as tecnologias com base em custos relativos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simula o comportamento dos consumidores e dos produtores sob diferentes aspectos (por exemplo, preços, rendimentos, políticas). Podem não ter um comportamento óptimo</li> <li>- Normalmente, utiliza métodos iterativos para encontrar o equilíbrio entre o abastecimento e a procura</li> <li>- Os preços da energia são endógenos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ao invés de simular o comportamento de um sistema em que os resultados são desconhecidos, solicita ao usuário a especificação dos resultados</li> <li>- A principal função destas ferramentas é a de gerir os dados e resultados</li> </ul>
<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Normalmente, utiliza programação linear para identificar sistemas de energia que fornecem o menor custo de fornecimento para uma determinada procura de serviços energéticos</li> <li>- A optimização é realizada sob constrangimentos (por exemplo, disponibilidade de tecnologia, a oferta igual à procura, emissões, etc)</li> <li>- O modelo escolhe entre as diferentes tecnologias baseando-se nos custos de prestação dos serviços energéticos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simula o comportamento dos consumidores e dos produtores de energia sob diferentes sinais (por exemplo, preços, níveis de rendimento, limites à taxa de rotatividade de stocks)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Descrição física do sistema de energia, custos e impactos ambientais</li> <li>- Ao invés de simular decisões de energia dos consumidores e produtores, modela as decisões</li> <li>- Em vez de cálculo das quotas de mercado com base em preços e outras variáveis, avalia as implicações de um cenário que permite atingir uma certa quota de mercado</li> <li>- Analisa as implicações do custo alternativo de cenários energéticos face aos recursos, ambiente e às questões sociais</li> </ul>

	Modelos de Optimização	Modelos de Simulação	Modelos de Contabilidade
<b>Vantagens</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abordagem consistente e coerente</li> <li>- Muito útil quando existem muitas opções</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não está limitada pelo estabelecimento de comportamento "óptimo"</li> <li>- Não assume que a energia é o único factor que afecta a escolha da tecnologia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simples, transparente e flexível, e requer poucos dados</li> <li>- Não supõe uma concorrência perfeita</li> <li>- Está capacitada para analisar questões que vão além da escolha de tecnologia ou custos</li> </ul>
<b>Desvantagens</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não está bem adaptada a sistemas que se comportam como o mundo real</li> <li>- Considera que o custo está só dependente da tecnologia</li> <li>- Não está adaptada à análise de opções políticas que ultrapassem a escolha da tecnologia</li> <li>- Relativamente complexo, dificilmente aplicável por um único utilizador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tendem a ser complexos e exigem muitos dados</li> <li>- Comportamentos complexos e relacionais podem ser controversos e difíceis de parametrizar</li> <li>- Previsões futuras podem ser sensíveis às condições e parâmetros iniciais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não identifica os sistemas de menor custo, não estando adequados a sistemas complexos e em que o custo mínimo é necessariamente uma opção</li> <li>- Não se obtém automaticamente soluções coerentes em função do preço</li> </ul>

Depreende-se assim que as formas de classificação podem incluir: a aplicação de técnicas matemáticas, o grau de intensidade dos dados, o grau de complexidade e/ou flexibilidade do modelo.

Uma classificação mais simples é dada pelo “*Economic Analysis Report - Examination of Existing Analysis & Planning Tools Support to the Ad hoc Group-Economic Analysis*” (2002) classificando os modelos em função da técnica e âmbito de planeamento. Neste documento, e para efeitos de comparação, o planeamento energético é dividido em 3 categorias. No Quadro 4 apresenta-se estas categorias e os seus objectivos.

Quadro 4. Categorias de planeamento energético e seus objectivos<sup>4</sup>

Categorias de planeamento energético	Objectivos
Modelos ao nível tecnológico	É utilizado para seleccionar os componentes individuais de um único sistema. É a categoria menos complexa já que o modelo é usado para preencher um único objectivo, o de conceber um sistema energético num local específico e para uma aplicação específica. Os dados necessários para executar o modelo são os dados do próprio local (por exemplo, recursos oferta e procura de energia no local onde o sistema será localizado) e tecnologia específica para ser utilizado (por exemplo, sistema híbrido de vento e diesel). Os dados necessários podem ser muito detalhados e difíceis de obter.
Modelos ao nível do sector	No domínio da energia, o mais utilizado é o modelo de utilidade eléctrica. Estes modelos são adoptados para definir o mínimo de custos de combustíveis para a produção de electricidade de forma a satisfazer uma economia futura da procura de electricidade. Um modelo ao nível do sector analisa um único modelo do sector energético em pormenor. Para cumprir este objectivo. São necessárias as informações sobre as diversas tecnologias geradores de electricidade, opções de combustível, e do lado da procura.
Modelo económico	É utilizado para facilitar a decisão de economia energética de forma a satisfazer o abastecimento futuro de energia ao menor custo, tendo em consideração questões como a segurança e a diversificação energética, novas tecnologias e os problemas ambientais relacionados (são exemplos os modelos: ENPEP, LEAP, MARKAL e PRIMES). Existe, no entanto, uma lacuna neste tipo de modelo a qual acontece na definição das regras sobre as quais os factores ou atributos são necessários de forma a torná-lo no modelo ideal para o planeamento energético económico.

Ao longo dos últimos anos, têm sido desenvolvidos modelos e ferramentas de apoio ao planeamento energético. Seguindo esta última metodologia e pela integração das diferentes componentes, da qual se conta a ambiental, nos modelos da categoria “económico”, será sobre estes que o presente estudo se debruçará. Para os modelos mais utilizados em processos de planeamento energético que contemplam a integração da vertente ambiental elaborou-se um estudo comparativo identificando-se os pontos fracos e os pontos fortes de cada um, bem como as potencialidades e fraquezas. Esta metodologia de comparação designa-se por análise SWOT<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> Adaptado de *Economic Analysis Report - Examination of Existing Analysis & Planning Tools Support to the Ad hoc Group-Economic Analysis* (2002)

<sup>5</sup> O termo SWOT é uma sigla oriunda do idioma inglês e um acrónimo de Forças (**S**trengths), Fraquezas (**W**eaknesses), Oportunidades (**O**pportunities) e Ameaças (**T**hreats).



Entre outros factores, esta análise pretende abordar os seguintes pontos de comparação: escala de aplicação, dados de entrada necessários, facilidade de utilização, apresentação e compreensão dos resultados, horizonte temporal, flexibilidade, fiabilidade do modelo e ainda a forma como a abordagem dos cenários é feita.

Os modelos analisados bem como os resultados desta análise são apresentados nos Quadros 5 e 6.

Quadro 5. Modelos mais utilizados no planeamento energético

Acrónimo	Denominação	Objectivo	Abordagem	Desenvolvido por...
ENPED	<i>"Energy and Power Evaluation Program"</i>	Avalia todo o sistema energético (oferta e procura), realizar análises ao sistema de energia eléctrica, e avaliar implicações ambientais das diferentes estratégias energéticas, nomeadamente no que se refere a cenários de emissão de GEE.	Trabalha com 10 ferramentas de análise energética, ambiental e económica. Modelo de equilíbrio geral, que considera um conjunto de preços e quantidades que satisfaçam todas as equações e as desigualdades a equilibrar entre a oferta e a procura.	<i>Argonne National Laboratory</i> (ANL), com apoio do Departamento de Energia dos E.U.A., Agência de Energia Atómica (IAEA) e Banco Mundial.
LEAP	<i>"Long-Range Energy Alternatives Planning System"</i>	Previsão energética, análise para mitigação do efeito de estufa, planificação integrada dos recursos, estudos e cenários energéticos.	É uma ferramenta de contabilidade energética que dispõe de um sistema de energia que permite a avaliação entre a procura e a oferta de tecnologias bem como dos impactos gerados.	Instituto de Ambiente de Estocolmo – Unidade de Boston, com o apoio do Programa Ambiente das Nações Unidas.
MARKAL	<i>"Market Allocation Program"</i>	Optimização de custos com <i>shadow prices</i> para restrições ambientais; encontrar a combinação (e <i>ranking</i> ) de tecnologias que possibilita o cumprimento de objectivos ao menor custo possível definidos à partida.	Modelo de programação linear para sistemas de energia. A utilização final de energia em cada sector e a procura face a cada período de tempo será introduzida no modelo. O modelo escolhe sempre a opção com menor custo.	<i>Brookhaven National Laboratory</i> (BNL) dos E.U.A. e <i>Energy Research Center in Jülich</i> (Alemanha) para o <i>Energy Technology Systems Analysis Programme</i> (ETSAP) da Agência Internacional de Energia (IEA).
MESAP	<i>"Modular Energy System Analysis &amp; Planning"</i>	Análise e planeamento de políticas energéticas e ambientais.	Modelo de análise modular congregando os seguintes sistemas de análise: INCA: avaliação económica comparativa de tecnologias; PLANET/MADE: análise da procura, que pode ser expandida para uma simulação padrão que integre o sector do fornecimento; MENSAGEM: análise integrada dos sistemas energéticos; WASP: expansão da unidade de produção ao menor custo; ENIS: sistema de informação sobre energia em séries temporais, balanços energéticos e tecnologia de dados.	<i>Energy Technology Systems Analysis Programme</i> – ETSAP Universidade de Estugarda (desenvolvido de acordo com os requisitos da <i>Federal Environmental Agency</i> ).

Acrónimo	Denominação	Objectivo	Abordagem	Desenvolvido por...
NEMS	" <i>National Energy Modeling System</i> " (E.U.A)	Projecta a produção, importação, transformação, consumo, e os preços de energia até um horizonte de 2030.	Modelo modular de equilíbrio geral entre os mercados da energia nos E.U.A. e a economia. Utiliza premissas macroeconómicas e financeiras que englobam factores energéticos de mercados, a disponibilidade dos recursos e custos, critérios de escolha tecnológicas e comportamentais, características da tecnologia e demografia.	Instituto Integrado de Análise e Previsão da <i>Energy Information Administration</i> (EIA).
PLACES <sup>3</sup> S	" <i>Planning for Community, Energy, Economic, and Environmental Sustainability</i> "	Auxiliar as comunidades a entender como é que as suas decisões, no que dizem respeito ao crescimento e desenvolvimento das mesmas, podem contribuir para aumentar a sustentabilidade.	É uma metodologia de planeamento territorial e projecto urbano assistida por ferramentas de SIG. Integra a participação pública com o intuito de desenvolver comunidades locais sustentáveis direccionadas para a poupança de energia, desenvolvimento económico, redução da poluição e gestão do tráfego.	Uma parceria entre a Comissão de Energia da Califórnia, Oregon e Washington.
PRIMES	-	Previsão, construção e análise de cenários e avaliação de políticas na União Europeia. Simula o equilíbrio de mercado entre o fornecimento de energia e a procura encontrando os preços de todas as formas de energia de modo a que a quantidade produzida corresponda à quantidade requerida pelo consumidor.	Modelo de equilíbrio modular global entre os preços de mercado e o comportamento de consumo. Analisa os factores que determinam a procura e a oferta de cada combustível. Através de um processo iterativo, o modelo determina o equilíbrio económico de combustível para cada mercado. O modelo opera sob uma perspectiva da procura de combustíveis perfeita.	Programas de Investigação da Comissão Europeia.
TIMES	" <i>The Integrated MARKAL EFOM System</i> "	Pretende estabelecer serviços energéticos a nível regional a um custo global mínimo. (é uma versão avançada do MARKAL)	Modelo dinâmico, de optimização linear que procura a solução com o menor custo, sendo a mesma estabelecida com base em restrições. O âmbito de aplicação estende-se à representação das emissões ambientais e materiais relacionadas com o sistema energético. Além disso, o modelo está adaptado à análise de energia nas políticas ambientais.	<i>Energy Technology Systems Analysis Programme</i> (ETSAP)

Quadro 6. Análise SWOT aos modelos de planeamento energético mais comuns

SWOT	Modelos de Planeamento Energético							
	ENPEP	LEAP	MARKAL	MESAP	NEMS	PLACE3S	PRIMES	TIMES
Pontos Fracos	Modelo sofisticado cuja utilização plena exige a ligação a grandes bases de dados e ao funcionamento de outros modelos de prestação variáveis exógenas.	Exige a definição de uma regra para o módulo electricidade	Constrangimentos do modelo incluem disponibilidade de recursos de energia primária, balanços de produção/consumo, pico de electricidade/calor, a disponibilidade de certas tecnologias, e de limites superiores de emissões.	Recursos renováveis e que sofrem depleção com representação muito simplificada.	Modelo muito sofisticado cuja utilização plena exige a ligação a grandes bases de dados e ao funcionamento de outros modelos de prestação variáveis exógenas.	Necessita de dados de outros modelos de planeamento.	Necessita de uma grande quantidade de dados detalhados descrevendo ambos os mercados da energia e das diferentes tecnologias energéticas, tais como o sector da produção de electricidade a nível nacional.	Analisa o comportamento de um sistema por um período mais longo e assume mercados de energia em concorrência perfeita e agentes com a sua evolução.
	Exige um conjunto de dados projectados para a energia de rede.		Necessidade de cerca de 80 parâmetros diferentes de dados para descrever as características do sistema energético e os itens dentro dele.		Horizonte temporal - 2030		Modelo muito sofisticado cuja utilização plena exige a ligação a grandes bases de dados e ao funcionamento de outros modelos de prestação variáveis exógenas.	Todos os processos têm as mesmas propriedades básicas.
	Exige extensa formação e experiência de trabalho nas áreas da energia		As fontes energéticas renováveis são de difícil visualização no planeamento múltiplo anual.		Exige formação e treino extensos.		Desenhado para a realidade dos países da União Europeia, não permitindo a adaptação a outras realidades.	A procura é sempre avaliada a nível nacional.
	O modelo utiliza uma descrição do sector da energia e da procura baseada na projecção de "equilíbrio" entre a oferta e a procura energética. Isto é, pretende encontrar um conjunto de preços e de quantidades que satisfaçam todas as equações e as desigualdades.		Não dispõe de base de dados, os dados para os parâmetros são todos introduzidos pelo utilizador. No caso dos dados ambientais requeridos, estes são muito reduzidos.		Pouca informação disponível sobre os princípios e funcionamento.			
	Em comparação com outros modelos exige uma quantidade maior de dados, portanto, um esforço significativo para a recolha dos mesmos antes de se trabalhar com o modelo.		Calcula um balanço energético baseado num ano específico e faz interpolação linear entre os valores encontrados no período antes e após o próximo período definido.					
	O modelo calcula o consumo de energia e os seus custos associados com base na energia de rede.		Assume comportamento perfeito dos agentes ao longo do período modelado.					
	O modelo é complicado, e não amigável.		Não possibilita especialização dos resultados.					
			Resultados em períodos de 5 ou 10 anos.					
Pontos Fortes	Permite a projecção de constrangimentos técnicos e políticos.	Tem sido aplicado a vários níveis geográficos, incluindo a zonas rurais locais, a grandes cidades metropolitanas, e no nível nacional, regional e mundial - aplica-se a áreas geográficas distintas.	Âmbito internacional a regional/local	Multi-dimensional, unidade de moeda e manuseamento flexível.	O sistema reflete o mercado económico, a estrutura da indústria, da energia e de políticas e regulamentos que influenciam o comportamento do mercado.	A metodologia quantifica a procura de energia que diferentes cenários de utilização territorial criam e estabelece uma ligação entre os sistemas de produção e distribuição de energia, a utilização do território e os sistemas de transporte que estes irão servir, utilizando para tal indicadores convencionais de eficiência energética.	Inclui uma componente ambiental que permite a avaliação das emissões atmosféricas	Períodos de tempo flexíveis e de dimensão variável.
	O modelo é flexível para a rede de energia no grau de pormenor em que é construído.	Contém um sistema de energia completo que permite considerar a procura e a oferta e as tecnologias de fornecimento bem como o impacto total do sistema.	Horizonte longo prazo (50-60 anos)	Horizonte temporal de análise de médio a longo prazo com aplicação a escala regional e nacional	Estrutura modular atribui flexibilidade às diferentes componentes do modelo permitindo uma abrangência regional.	Utiliza a informação gerada pela análise da contabilidade energética, como uma linguagem universal, de forma a poder envolver o maior e mais heterogéneo número de intervenientes.		Independência temporal das variáveis
	Permite a simulação de mercado para a operação com múltiplas instâncias de decisão. Oferece vantagem em relação a outras abordagens de optimização de custos que são adequados para simular um único decisor.	A Base de Dados Ambiental pode ser usada tanto como uma ferramenta "stand-alone" de referência, ou então ligada às restantes funcionalidades do LEAP de forma a calcular automaticamente as emissões e outros impactos ambientais dos cenários energéticos.	O utilizador beneficia de uma grande comunidade que constantemente faz actualizações à base de modelização standard.	Pode ser facilmente adaptado a novas exigências sem modificação dos dados subjacentes e sem programação	Permite a análise dos diferentes módulos individualmente.	Gera mapas e informação estruturada de forma a informar/educar os intervenientes, e em particular os decisores, acerca dos efeitos das suas escolhas sobre a comunidade. O resultado final é um processo convenientemente informado, de inclusão pública de intervenientes, que equilibra os valores comunitários e integra objectivos ambientais, económicos e sociais.		Assume que produtores e consumidores respondem a alterações de preços, desenvolvendo uma boa apresentação gráfica dos custos.
	Escala local a global com resultados anuais.	Resultados anuais.	Fornecer cerca de 220 resultados de parâmetros diferentes, na sua resposta a um modelo executado.			Funciona como um barómetro que habilita a comunidade a comparar os diferentes componentes		Definição de restrições flexível.

Modelos de Planeamento Energético							
ENPEP	LEAP	MARKAL	MESAP	NEMS	PLACE3S	PRIMES	TIMES
Pode projectar a procura/oferta energética em mais de 75 períodos de tempo	Disponível em várias linguas.	Oferece uma extensa comparação gráfica multi-caso de instalações para facilitar a tarefa de analisar os resultados de execuções.	Nível de pormenor de análise é definido pelo utilizador		Desenvolvido especificamente para escalas locais e regionais, direccionado para a gestão territorial municipal.		Descreve os componentes em bens e processos, permitindo uma análise elementar ou agrupada dos elementos com uma base apresentação gráfica dos resultados.
O modelo possui uma flexibilidade que permite ao utilizador fazer ajustes no modelo, a fim de controlar os resultados. Essa flexibilidade pode ser benéfica, no caso em que o utilizador deseja incluir uma previsão de outras fontes com o resultado a partir do modelo.	É um modelo simples, de fácil utilização, que não exige um período de treino e formação muito alargado. Dispõe de um manual detalhado e ajuda on-line permanente.	A procura para utilização final de energia de cada sector e da procura para cada período são previsões exógenas. O objectivo é determinar os níveis de actividade óptima dos processos que satisfaçam os constrangimentos a um custo mínimo - Selecciona sempre a solução de menor custo.	Proporciona um elevado grau de flexibilidade relativamente à formulação matemática dos métodos de cálculo.		As necessidades e os recursos locais é que vão determinar a quantidade e quais os dados a introduzir no modelo.		É um modelo gerador de sistemas energéticos locais, nacionais ou multi-regionais, o que proporciona uma base tecnológica rica para estimar a energia dinâmica durante um longo prazo ou múltiplos período num horizonte temporal.
	É flexível, intuitivo e transparente.				Modelo flexível		Pode analisar sistemas completos ou limitar-se a sectores.
Ameaças	Pouco intuitivo	Necessidade de conhecimento da capacidade máxima de produção de energia por parte dos produtores.	É orientado para a procura de soluções viáveis que são obtidas apenas se todas as exigências especificadas na utilização final de energia forem satisfeitas por cada período de tempo.	Direccionado para os países em desenvolvimento	Modelo desenvolvido para a realidade Americana, não permitindo a adaptação a outras realidades.	Permite o estudo de alternativas mas não uma análise por cenários.	Alto nível de complexidade e de decisão.
	Possibilidade de gestão de dados e de relatório muito reduzida.	Não permite a análise da competitividade energética entre as energias renováveis e os combustíveis fósseis	Reduzida possibilidade de gestão de dados e relatórios, apresentando resultados pouco intuitivos.				Abrange um horizonte de médio a longo prazo com 5 anos ou intervalos até 40 anos.Pode produzir projecções a longo prazo (até 2030)
			Não considera externalidades ambientais.				A plena utilização do modelo exige resultados de outros modelos.
Oportunidades	Utiliza simulações para determinar a resposta dos diversos segmentos do sistema energético às alterações nos níveis dos preços da energia e da procura. O modelo pode ser calibrado em função das diferentes preferências dos utilizadores da energia e dos fornecedores.	O programa "Ambiente" permite o cálculo das emissões com base na informação contida na base de dados ambiental.	O gráfico do Indicador de Constante de Redução das Emissões demonstra como o custo do sistema energético muda à medida que os níveis de emissões são reduzidos. O resultado gráfico de redução da contribuição mostra como um objectivo de redução é atingido.		Permite que as comunidades utilizem a energia como um indicador de medição da sustentabilidade do seu projecto de desenvolvimento, o que consubstancia o que se vem afirmando até aqui no que se refere às inter-relações funcionais entre Energia, Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.		Facilita a ligação a modelos nacionais para analisar o comércio de combustíveis, custos, emissão GEE, e outros bens.
	Por trabalhar com uma rede, cria uma compreensão global de todo o sistema energético o que torna fácil de manipular o cenário em análise, para acrescentar mais pormenores sobre as tecnologias energéticas, ou para modificar o actual processo para um estudo futuro.	O modelo compara a avaliação económica (custos e benefícios), aspectos físicos (o uso de recursos e energia) e ambiente (emissões) bem como os impactos face a cenários de utilização de energias alternativas - modelo completo.	Pode ser utilizado em conjunto com um modelo macroeconómico e, portanto, permite a interacção entre o sistema energético e a economia, ou com um equilíbrio parcial formulado.		Permite avaliar a eficiência com que utilizamos a terra (solo?) e os seus recursos.		Inclui um módulo climático que calcula o impacto das decisões em matéria de energia e as emissões de GEE e concentrações, bem como sobre as mudanças resultantes na atmosfera e na temperatura global.
	Os modelos de cálculo e de relatórios não necessitam de possuir os mesmos períodos de tempo. O utilizador pode definir qualquer intervalo de tempo a ser a base para modelos de cálculo (tal como 1 ano), mas pode relatar os resultados num outro intervalos (como a cada cinco anos, ou de dez em dez anos). Este atributo beneficia a caracterização da energia renovável, uma vez que permite a captação do tempo-dependente dos recursos e dos factores de tecnologia.	Os cenários energéticos podem ser desenvolvidos ao nível local ou regional e, em seguida, agregados a nível nacional, ou a partir do nível nacional para um nível multinacional ou global.			Utiliza a energia como um critério para medir a sustentabilidade do planeamento urbano bem como do crescimento dos planos de gestão.		O âmbito de aplicação do modelo estende-se para além das questões relacionadas com energia pura, para a representação das emissões ambientais e, até materiais, relacionadas com o sistema energético. O modelo está adequado para a análise das políticas ambientais energéticas, que podem ser representadas com precisão graças à explicitação da representação das tecnologias e dos combustíveis em todos os sectores.
		Elevada capacidade de gestão de dados e relatórios.					
Fonte	KORITAROV <i>et al</i> (2001)	SAHGEMEF (2002)	SAHGEMEF (2002)	REUTER (1990 e 1990a)	EIA (2007)	CASTANHEIRA & GOUVEIA (2004)	CAPROS (s.d.)
	SAHGEMEF (2002)	SEI (2006)	UNFCCC (2006)			CASTANHEIRA (2002)	MANTZOS (2006)
	UNFCCC (2006)	UNFCCC (2006)				CESD (1997)	SAHGEMEF (2002)
						SCN (s.d.)	

O desenvolvimento dos modelos de análise e planeamento energético têm acompanhado a ênfase das políticas energéticas ao longo das últimas décadas. Actualmente, estas são dominadas pela reforma de mercado energético, pelo desenvolvimento sustentável e pelas alterações climáticas globais.

A multiplicidade de funções das diferentes ferramentas permite ao utilizador um conjunto de resultados, mais ou menos global, em função dos *inputs* e dos objectivos do estudo. Os modelos actuais ajudam no desenvolvimento de balanços energéticos, projecções de tendências da oferta e da procura, cenários e representação dos efeitos das políticas energéticas, planos e acções. Os cenários energéticos são hoje em dia os principais instrumentos utilizados para a realização de um planeamento energético sustentável. Dentro destes cenários, a projecção das emissões de GEE, nomeadamente de CO<sub>2</sub>, é aquela que tem suscitado o desenvolvimento de mais estudos.

Dos modelos estudados, e seguindo o objectivo de execução de uma avaliação de cenários de emissão, o modelo *Long-Range Energy Alternatives Planning System* (LEAP) é o adoptado para a realização deste trabalho. Primeiro que tudo porque dá resposta ao objectivo do estudo, porque é um modelo de compreensão rápida e que não necessita de muito treino, é intuitivo, simples e flexível. Não requer muitos dados de entrada e a apresentação dos resultados é clara. É utilizado a várias escalas e integra em si uma base de dados ambiental bastante completa. É um modelo em constante actualização que dispõe de uma comunidade de utilizadores que interagem entre si, permitindo o aperfeiçoamento do modelo em função das necessidades ou critérios que vão sendo apresentados. O número de utilizadores é substancial e existem versões do modelo em várias línguas, permitindo a sua globalização. É, no entanto, uma ferramenta que não possibilita a análise competitiva entre as fontes de energia renovável e os combustíveis fósseis. Tem sido utilizado em vários países, apresentando resultados credíveis e fiáveis.

O modelo LEAP apresenta-se como uma ferramenta eficaz e transparente para planeamento e gestão energética, podendo desempenhar importantes funções que direccionam à adopção de políticas e práticas num contributo para a sustentabilidade.

## CAPÍTULO 5. O MODELO LONG-RANGE ENERGY ALTERNATIVES PLANNING SYSTEM – LEAP

O modelo *Long-Range Energy Alternatives Planning System*, que no decorrer do documento será designado unicamente por LEAP, foi criado em 1980 para o *Beijer Institute's* da Suécia no âmbito do projecto *Kenya Fuelwood*. Tinha como principal objectivo ser uma ferramenta flexível de longo prazo no planeamento energético integrado dos recursos. O modelo LEAP apresentava-se como uma plataforma para a estruturação de dados, possibilitando a criação de balanços energéticos, a projecção de cenários de procura e de oferta, e a avaliação de políticas alternativas. A partir de 1989, e até data presente, os desenvolvimentos do modelo LEAP são responsabilidade do Instituto de Ambiente de Estocolmo (SEI).

Com o crescimento das preocupações sobre o impacto ambiental dos sistemas de energia, o modelo LEAP foi uma das primeiras ferramentas de modelação de energia a ser utilizada que disponha de uma Base de Dados Ambiental. Nesta fase o modelo recebeu grandes financiamentos do Programa Ambiental das Nações Unidas para o desenvolvimento desta ferramenta. Com a problemática das alterações climáticas a merecer cada vez maior destaque na agenda internacional, o modelo LEAP foi reforçado com uma ferramenta de avaliação e mitigação da emissão de GEE (SEI, 2006). É uma ferramenta de análise da política energética e avaliação da mitigação das alterações climáticas. A Organização para as Nações Unidas refere que mais de 85 países optaram por utilizar o modelo LEAP como parte do seu compromisso para com a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas (UNFCCC). Actualmente é utilizado em mais de 160 países (Heaps, 2008).

O modelo de planeamento energético LEAP permite a previsão da energia, a análise da mitigação do efeito de estufa, a planificação integrada dos recursos, a formação e desenvolvimento de capacidades, a produção de energia em função dos planos e objectivos estratégicos bem como estudos e cenários energéticos. Pode ser utilizado tanto para a



contabilidade das fontes de emissão e sumidouros de GEE provenientes do sector energético como para o sector de matérias-primas não energéticas. Além da monitorização de GEE, o modelo LEAP também pode ser usado para analisar as emissões de poluentes atmosféricos locais e regionais, tornando-o adequado para os estudos climáticos com co-benefícios de redução da poluição atmosférica a nível local. Tem sido aplicado a vários níveis geográficos, desde zonas rurais locais a grandes cidades metropolitanas, e aos níveis nacional, regional e mundial. Pode também ser utilizado como uma ferramenta para calcular, avaliar e apresentar indicadores de energia relacionados com os desenvolvimentos social e económico. Esta função possibilita a comparação de resultados entre regiões e a avaliação do desempenho face a cenários alternativos. Uma particularidade deste modelo é precisamente o facto de trabalhar com cenários. Cenários são trajectos auto-consistentes de como um sistema energético poderá evoluir ao longo do tempo. A estrutura do modelo LEAP foi desenhada segundo este conceito. Esta função permite aos decisores a criação de cenários alternativos e a avaliação das suas necessidades energéticas, por comparação, com os seus custos e benefícios sociais bem como quais os seus impactos ambientais (Heaps, 2008a). Os cenários baseiam-se na contabilidade global de como a energia é consumida, transformada e produzida numa determinada região ou economia alternativa ao abrigo de uma série de pressupostos sobre factores como o crescimento da população, desenvolvimento económico, desenvolvimento tecnológico ou a evolução dos preços (UNFCCC, 2006). O modelo LEAP é considerado como uma ferramenta de apoio à decisão que possibilita a gestão de dados e a elaboração de relatórios (Heaps, 2008a). Está ainda em desenvolvimento a função que permitirá a avaliação de cenários climáticos em função das emissões de GEE e dos seus efeitos no ambiente (Heaps, 2007).

De uma forma sumária poder-se-á caracterizar o modelo como (Heaps, 2002):

- Ferramenta estratégica para estudos de cenários integrados Energia-Ambiente;
- Possibilidade de previsão de perspectivas energéticas;
- Planeamento Integrado dos Recursos;
- Análise da mitigação de GEE;

- Balanços energéticos e inventários ambientais.

### 5.1. ESTRUTURA DO MODELO LEAP

O modelo LEAP funciona numa base contabilística. Dispõe de um completo sistema de energia que permite a consideração quer do lado da procura e quer da oferta e a inclusão de tecnologias e de avaliação total dos impactos do sistema. Está estruturado por funções integradas segundo o apresentado na Figura 13.

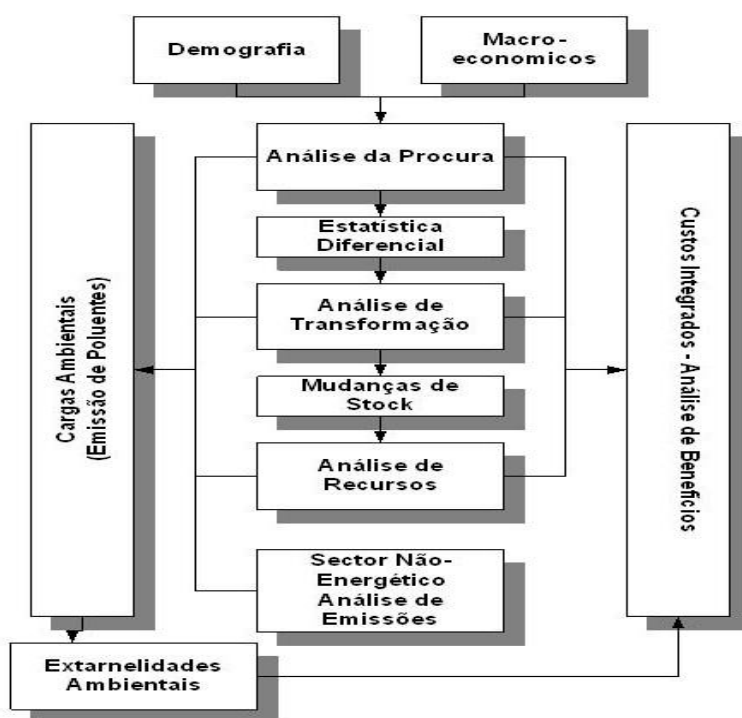


Figura 13. Estrutura do modelo LEAP (adaptado de Heaps, 2002)

O modelo LEAP possui nove grupos de funções, sendo estas apresentadas no Quadro 7.

Quadro 7. Breve resumo das funções do LEAP

Funções do LEAP	Objectivos
Cenários energéticos	São os principais instrumentos utilizados para a realização de um planeamento energético integrado. Os programas actuais ajudam no desenvolvimento de balanços energéticos, projecções de tendências da oferta e da procura, cenários e representações dos efeitos das políticas energéticas, planos e acções.
Procura	Calcula a utilização final de consumo.
Transformação	Com base na estimativa da procura, simula a conversão de recursos de energia primária para combustível final (por exemplo, o carvão para electricidade em centrais eléctricas) para corresponder a oferta à procura.
Biomassa	Opcionalmente, pode ser utilizada para verificar em pormenor a sua adequação e seus impactos sobre este tipo de recursos, baseando-se na necessidade de utilização do solo para produção de biomassa e combustíveis e as mudanças que ocorrem numa determinada área.
Ambiente	Avalia as emissões ambientais com base na informação contida na base de dados ambiental.
Avaliação	Elabora uma avaliação comparativa dos impactos numa base económica (custos e benefícios), física (o uso de recursos e energia) e ambiental (emissões).
Agregação	Demonstra resultados multi-área de análises realizadas em diferentes áreas geográficas.
Base de dados ambientais	Pode ser utilizada tanto como uma ferramenta de referência ou para calcular as emissões e outros impactos ambientais dos cenários energéticos. Contém um conjunto de tecnologias e factores de emissão específicos de GEE.
Cadeias de combustível	Utiliza o combustível para comparar o total de energia e os impactos ambientais dos combustíveis alternativos bem como das escolhas tecnológicas por unidade de energia ou de serviço energético prestado. Para cada utilização final de combustível e opção tecnológica, constrói uma "cadeia", que define os consumos energéticos e os impactos ambientais em cada fase na pré-conversão da energia.

Analisando os módulos de programação, estes são quatro: Cenários Energéticos, Agregação, Base de Dados Ambiental e Cadeia de Combustível (Song *et al*, 2007). Quatro das funções dos cenários energéticos referem-se às componentes principais de análise de mitigação: análise da procura - Procura, conversão energética e avaliação dos recursos – Transformação, estimativa das emissões – Ambiente, e a componente dos cenários em termos de custos e impactos físicos – Avaliação. O programa Biomassa é opcional e está disponível para avaliar as relações entre a procura de energia da biomassa, as reservas e as alterações do uso do solo (Sathaye & Meyers, 1995).

Em termos de estrutura e procedimentos analíticos estes desenvolvem-se segundo o apresentado na Figura 14.

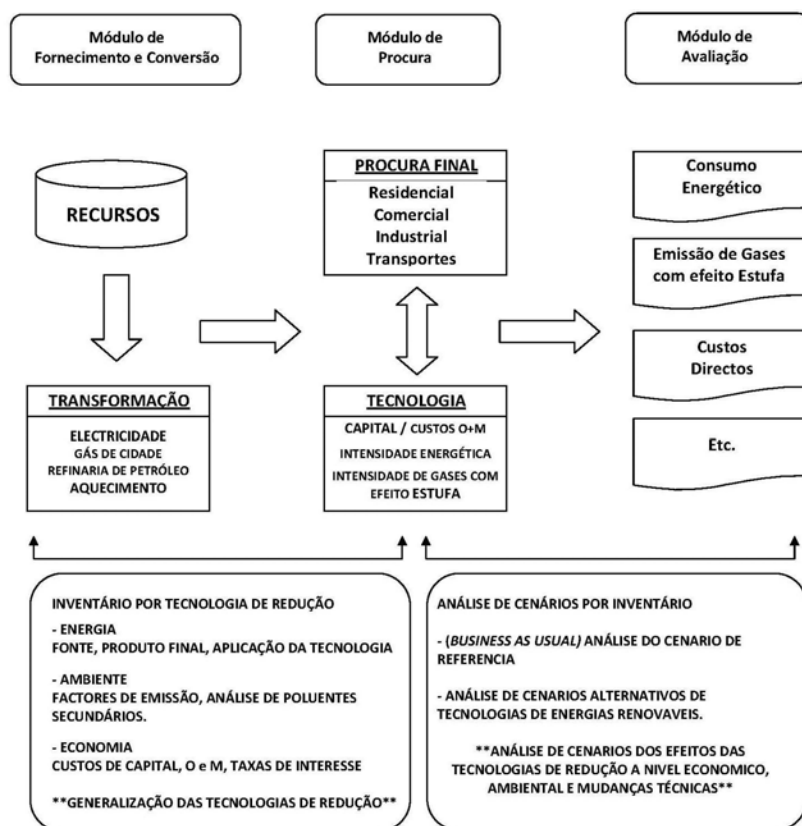


Figura 14. Estrutura e procedimentos analíticos do modelo LEAP (adaptado de Song *et al*, 2007)

O sistema do modelo LEAP é *demand driven*, ou seja, exige requisitos de entrada que permitem o cálculo nas funções Transformação, Ambiente e Avaliação. Os constrangimentos de fornecimento são geridos pelo utilizador através de alterações introduzidas pelos Cenários Energéticos de procura (Sathaye & Meyers, 1995).

O modelo LEAP prevê uma Procura desagregada, utilizando uma abordagem de análise das necessidades energéticas. Em vez de um modelo rígido das procuras energéticas, a função Procura é um modelo flexível, sendo uma ferramenta que permite a construção de um conjunto de modelos de forma a reflectir as condições energéticas locais. A função Procura contém várias opções para projectar futuras mudanças nos níveis de actividade e intensidades energéticas: interpolação/extrapolação dos valores determinados

externamente; relações econométricos; ou taxas de crescimento especificadas pelo utilizador (Sathaye & Meyers, 1995).

A função Transformação simula o fornecimento de energia e os processos de conversão de energia e permite a avaliação das necessidades primárias de recursos, as necessidades para a instalação de unidades ou expansão de outras bem como os níveis de importação e exportação. Esta função é definida em dois níveis de pormenor: o que representa indústrias ou sectores da energia e os processos de nível mais detalhado, que descreve o custo e características do desempenho individual e das tecnologias de produção e conversão de energia. Para além da produção de energia e da descrição das actividades de reconversão a função Transformação também permite ao utilizador definir as reservas disponíveis no ano-base bem como aditamentos à reserva de recursos energéticos fósseis primários (Sathaye & Meyers, 1995).

Um importante aspecto a merecer destaque no modelo LEAP, como já foi referido, é o facto de incluir uma Base de Dados Ambiental. Esta oferece ampla informação que descreve as características técnicas, custos e impactos ambientais das tecnologias energéticas, incluindo as tecnologias existentes, as melhores práticas actuais e a próxima geração de equipamentos e infra-estruturas. O conceito central do modelo LEAP é uma utilização final por condução de análise de cenários através de um completo quadro contabilístico do sistema energético. Com as suas ligações com a base de dados ambiental, o modelo LEAP permite acompanhar os impactos resultantes de cada etapa da cadeia do combustível, incluindo a redução das emissões de GEE provenientes das actividades de extracção, transformação, distribuição e combustão que possam resultar de uma utilização mais eficiente da energia eléctrica ou de outros combustíveis (Lazaurus *et al.*, 1994; Wang *et al.*, 2007). O modelo LEAP enfatiza a avaliação detalhada dos problemas específicos da energia dentro do contexto do planeamento energético integrado e ambiental para cada um dos quais se criam cenários ou combinações de cenários (SEI-B, 2001).

## 5.2. MÉTODO DO MODELO LEAP

O modelo LEAP utiliza a estrutura em “árvore” (ver Figura 15) como principal eixo de dados a qual organiza os dados e modelos, bem como analisa os resultados.

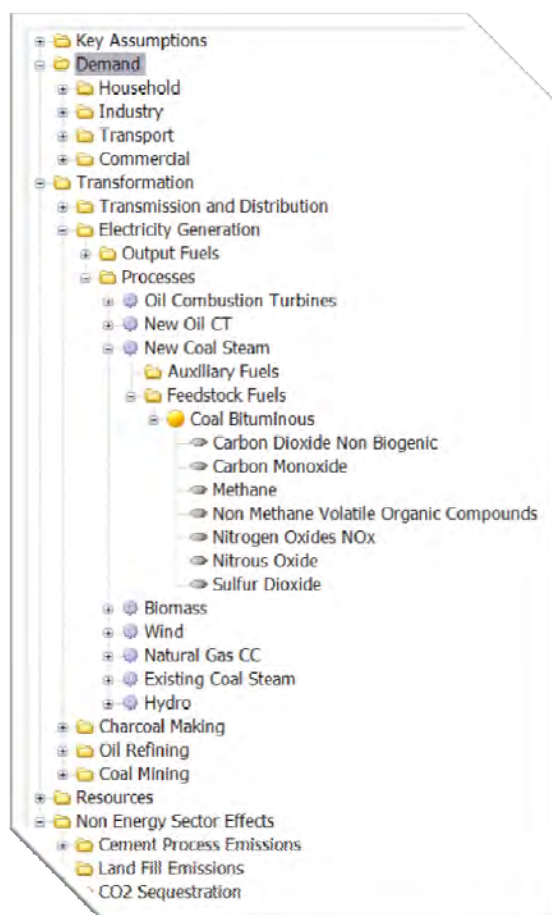











Figura 15. Exemplo de uma estrutura árvore

Os diferentes tipos de dados são designados pela atribuição de ícones os quais podem indicar categorias, tecnologias, combustíveis ou efeitos ambientais (ver Quadro 8). O método pode ser estruturado orientando-se para a utilização final ou então de uma forma agregada por sector, de combustível, por exemplo. O nível de detalhe será estabelecido consuante o sector em análise.

Quadro 8. Atribuição de ícones no modelo LEAP

Ícones	Designação	Função
	Categoria	São utilizadas para organizar outras ramificações em estruturas hierárquicas de dados
	Uso-final	Indicam situações em que as intensidades de energia são especificadas para um agregado de utilização final, em vez de por combustível. São utilizadas principalmente na análise de energia útil
	Tecnologia	Utilizam-se para representar dispositivos que consomem energia final e, portanto, quando se escolhe esse tipo de ícon será necessário escolher o tipo de combustível consumido. As três metodologias básicas de análise de procura são representadas por três diferentes ícones
	1. Nível de Actividade	O consumo energético é calculado como o produto de um nível de atividade e uma intensidade energética anual (uso da energia por unidade de actividade)
	2. Análise de Stocks	O consumo energético é calculado mediante a análise das reservas actuais de energia e projecções futuras face a novos procedimentos, bem como com a intensidade energética anual em análise face a cada procedimento
	3. Análise de Transporte	O consumo energético é calculado como o produto do número de veículos, a média anual da distância percorrida por veículo e a economia de combustível dos veículos.
	Pressupostos fundamentais	Utilizados para indicar variáveis independentes (demografia, macroeconomia, etc)
	Combustíveis	Na árvore da Transformação, indicam a alimentação de combustível, os auxiliares e a saída de combustíveis para cada módulo da Transformação. Na árvore do Recurso, indicam as fontes primárias e os combustíveis secundários produzidos, importados e exportados na área respectiva
	Impactos	Indicam os locais onde as emissões são calculadas

O primeiro passo será proceder à modelação da procura, a qual poderá seguir três abordagens diferentes (Heaps, 2008):

- Bottom-Up/Utilização final;
- Top-down/Econométrica;
- Modelos dissociados.

No Quadro 9 são apresentadas algumas características de cada uma delas.

Quadro 9. Abordagens para modelação da procura e suas características (Heaps, 2008)

	Bottom-Up/Utilização final	Top-down/Econométrica	Modelos dissociados
Características	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contabilização detalhada nos diferentes sectores/actividades de todos os aparelhos e equipamentos que consomem energia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abordagem mais global com consumo de energia, discriminado apenas em sectores e combustíveis</li> <li>- Menor exigência de dados, mas os resultados dependem da série histórica dos mesmos</li> <li>- Previsão das tendências futuras com base nos consumos históricos ou por relações econométricas agregadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abordagem híbrida: o cenário de referência é previsto utilizando uma abordagem <i>top-down</i>; os cenários alternativos são modelados com as medidas das políticas que induzem à redução do consumo de energia ao longo do tempo</li> </ul>
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proporciona a compreensão do porquê da energia ser utilizada numa economia (esta é, provavelmente a melhor abordagem para pensar no potencial de transição a longo prazo)</li> <li>- É a melhor abordagem para prever os impactos das mudanças estruturais e das políticas de base tecnológica, tais como a eficiência energética</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pode prever os impactos das políticas fiscais a curto prazo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pouco exigente em termos de dados da utilização final, mas capaz de prever políticas de base tecnológica de base tecnológica (ao contrário de uma abordagem <i>top-down</i>)</li> </ul>
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exigência de dados</li> <li>- Muito dependente da perícia dos analistas de tendências</li> <li>- Difícilmente prevê os impactos das políticas fiscais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não se adequa aos cenários de longo prazo uma vez que as variáveis exógenas são pouco previsíveis (p.e. preço)</li> <li>- Não se adequa à análise de políticas de base tecnológica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não é um modelo de utilização, logo não permite um pré-conhecimento sobre como a estrutura do sistema energético poderá mudar a longo prazo</li> <li>- Limitado em situações em que as medidas são poucas face ao cenário de referência</li> </ul>
Estrutura de árvore			



Após o estabelecimento da metodologia a utilizar para analisar a procura é necessário trabalhar sob como a energia é transformada. Tal acontece na função Transformação do modelo LEAP, sendo que nesta fase se realiza a análise da conversão da energia, transmissão e distribuição, bem como da extracção dos recursos naturais, onde se calculam as importações, as exportações primárias e recursos necessários, bem como os custos e cargas ambientais. Podem aqui ser avaliadas as emissões ambientais ou avançar-se para a definição e avaliação de cenários futuros (de utilização da energia e de políticas de gestão energética) com análise das emissões numa fase posterior com comparação com o cenário de referência. Os resultados finais podem ser apresentados por tipo de poluente ou pela soma de todos os gases com efeito de estufa em termos da contribuição final para o aquecimento global.

### 5.3. INVENTÁRIO

Para a realização de estudos e análises com o modelo LEAP, como em qualquer outro modelo, é necessário um conjunto de dados de entrada, os quais exigem um levantamento de informação e realização de inventário. No caso do modelo LEAP, os dados necessários são os apresentados no Quadro 10.

Quadro 10. Dados de entrada necessários ao modelo LEAP

<b>Categoria</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Outros</b>
<b>Demográficos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dados de população</li> <li>- Taxas de urbanização</li> <li>- Dimensão do agregado familiar médio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- População por região</li> <li>- População por sexo (masculino/feminino)</li> <li>- Estrutura etária da população</li> </ul>
<b>Económicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PIB</li> <li>- Valor acrescentado do sector/subsector</li> <li>- Níveis de rendimento médio</li> <li>- Taxas de juro</li> <li>- Taxas de inflação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dados estatísticos de emprego/desemprego</li> <li>- Taxa de investimentos/taxa de poupança</li> <li>- Também se pode vincular ao sector energético uma análise macroeconómica ou modelo macroeconómico mais amplos</li> </ul>
<b>Energia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Balanços energéticos com dados sobre o consumo e produção de energia por sector ou sub-sector</li> <li>- Políticas energéticas nacionais e planos</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relatórios estatísticos anuais com informações sobre produção, consumo, etc, de petróleo, gás natural, electricidade, combustíveis e outros dados relevantes</li> <li>- Qualquer plano energético publicado anteriormente ou avaliações de mitigação de GEE</li> </ul>	
<b>Procura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Níveis de Actividade: Na análise da procura o modelo trabalha com previsão futura de consumo energético como o produto de dois factores: níveis de actividade e intensidades energéticas. Níveis de actividade são uma medida da actividade económica num sector, e o utilizador pode escolher quais os dados a utilizar para esse fim.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se se pretender uma análise mais detalhada, provavelmente serão necessárias informações sobre as existências, características técnicas (eficiência de consumo específico de combustível), os custos ambientais e de cargas de grandes aparelhos que consomem energia nos diferentes sectores.</li> </ul>
<b>Transformação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requer uma preparação completa da forma como a energia é extraída, transformada, e transportada no sistema energético. Isto exige dados sobre os fluxos de energia para dentro e para fora dos grandes processos, bem como informações sobre a eficiência de custos (capital, operacionais e de manutenção e de combustível) e de cargas ambientais associadas a cada grande processo.</li> <li>- Sector Eléctrico: necessitar-se-á de dados que descrevam a capacidade instalada (MW, actuais e históricas, os ganhos de eficiência, custos (capital, operacionais e de manutenção e de combustível) e de expedição real (MW) dos diversos tipos de geradores eléctricos. Planos de expansão, se eles existirem, podem ser muito úteis para o estabelecimento de previsões de como o sistema eléctrico é susceptível de evoluir no futuro. Para além da recolha de dados sobre produção, dever-se-ão também recolher dados que descrevam a transmissão e distribuição, incluindo perdas técnicas e perdas não-técnicas.</li> <li>- Refinação de petróleo: Se a refinação de petróleo for um sector importante, será necessário recolher dados sobre os diferentes produtos produzidos nas refinarias, a eficiência e a capacidade das mesmas.</li> <li>- Energias renováveis: Recolher dados que descrevam a actual capacidade instalada, os ganhos de eficiência, custos e planos de expansão para todas as energias renováveis como a eólica, geotérmica, resíduos sólidos urbanos, solar, etc.</li> <li>- Biomassa: Se a madeira ou outros combustíveis da biomassa são importantes dever-se-ão recolher os dados disponíveis sobre o consumo e produção desses combustíveis.</li> </ul>	
<b>Ambientais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para uma primeira análise e avaliação da mitigação dos GEE, está já disponível no modelo LEAP uma base de dados de factores de emissão, a qual é a publicada pelo IPCC (<a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php</a>). No entanto, se se pretender uma análise mais detalhada pode ser necessário recolher elementos que reflectem as características das emissões locais.</li> </ul>	
<b>Combustíveis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O modelo LEAP inclui uma extensa lista de combustíveis e as suas características (teor energético, composição química), que está habilitada a satisfazer as necessidades da maior parte dos estudos a serem realizados. No entanto, é necessário ajustar a energia, carbono e enxofre no conteúdo desta lista a fim de reflectir as características dos combustíveis utilizados na sua área de estudo. Em especial, as características de combustíveis de carvão e de biomassa que variam muito em função das utilizações. Além das suas características físicas, também serão necessários dados que descrevam os custos de produção dos combustíveis primários produzidos, os custos de importação e de exportação mais relevantes.</li> </ul>	

## 5.4. UTILIZAÇÃO DO MODELO LEAP

O modelo LEAP é uma ferramenta integrada de modelação que pode ser usada para monitorizar o consumo de energia, produção e extracção dos recursos em todos os sectores económicos.

Em aplicações práticas, os cenários do LEAP tendem a ser altamente relevantes para a realidade política. Isto porque os cenários normalmente começam a partir de uma contabilidade física do ano de referência e/ou tendências históricas. Assim, enquanto que no futuro as projecções são quase por definição incerta, o utilizador é incentivado a ver estas projecções, no contexto do que aconteceu no passado.

O modelo LEAP não é um modelo teórico ou meramente académico. Em vez disso, serve como uma ponte entre os analistas, decisores políticos e o público: é suficientemente detalhado para ser utilizável em tempo real nos exercícios analíticos, mas devido à sua ênfase na facilidade de uso e de visualização de dados e técnicas, é também uma ferramenta que pode ser facilmente compreendida pelos decisores políticos e outros intervenientes na política energética e nos processos políticos associados às alterações climáticas.

Sendo assim, o modelo LEAP é um instrumento que contribui para incentivar a uma abordagem racional, aberta, mais democrática e ambientalmente responsável para a política energética.

## 6. CASO DE ESTUDO – PLANEAMENTO ENERGÉTICO PARA VILA NOVA DE GAIA

O Concelho de Vila Nova de Gaia localiza-se a norte de Portugal e integra a zona metropolitana do Grande Porto. É constituído por 24 freguesias e detém uma área de aproximadamente 170km<sup>2</sup>. Segundo dados do Instituto Nacional de Estatística (INE), a sua população em 2006 era de 307444 habitantes, sendo o Concelho mais populoso de toda a região Norte.

Vila Nova de Gaia é um concelho urbano, com dinâmicas e estilos de vida citadinos: uma sociedade de consumo, uma forte intensidade de tráfego e actividades económicas activas. Toda esta actividade acarreta utilização e consumo de recursos, de forma directa ou após transformação em sub-produtos. A energia nas suas diferentes formas, é um destes recursos, o qual é, no entanto, essencial há manutenção da sociedade e das actividades. No entanto, esta utilização gera impactos ambientais mais ou menos significativos no ambiente, em função dos recursos utilizados e da forma como estes são consumidos, para além das eficiências associadas a cada processo ou actividade. Desta forma, e dada as características deste grande pólo populacional, revela-se essencial a avaliação da previsão da evolução da procura bem como dos efeitos das suas actividades de consumo energéticos.

Já preocupado com este facto, o município de Vila Nova de Gaia aderiu ao acordo “Pacto de Autarcas”. O “Pacto de Autarcas” é uma iniciativa da Comissão Europeia que pretende contribuir com resposta a cidades que em muito contribuem para o aquecimento global. Representa um compromisso formal, estabelecido pelas cidades aderentes, em reduzir as suas emissões de CO<sub>2</sub> até 20%. Consiste, assim, no compromisso por parte das cidades para ir além dos objectivos da política energética da UE em termos de redução das emissões de CO<sub>2</sub> através do aumento da eficiência energética e energias mais limpas e produção e utilização. Neste pacto, as autarquias comprometem-se a:

- superar os objectivos definidos pela UE para 2020 reduzindo as emissões nos seus territórios em, pelo menos, 20% mercê da aplicação de um plano de acção em matéria de energia sustentável nas áreas de actividade que relevam das nossas competências. O compromisso e o plano de acção serão ratificados de acordo com os respectivos procedimentos;
- elaborar um inventário de referência das emissões como base para o plano de acção em matéria de energia sustentável;
- apresentar o plano de acção em matéria de energia sustentável no prazo de um ano a contar da data da assinatura;
- adaptar as estruturas municipais, incluindo a atribuição de recursos humanos suficientes, a fim de concretizar as acções necessárias;
- mobilizar a sociedade civil nas áreas geográficas de intervenção para participar no desenvolvimento do plano de acção, delineando as políticas e medidas necessárias para aplicar e realizar os objectivos do plano;
- apresentar um relatório de aplicação, pelo menos, de dois em dois anos após a apresentação do plano de acção para fins de avaliação, acompanhamento e verificação;
- partilhar a experiência e o saber fazer com outras entidades territoriais;
- organizar Dias da Energia ou Dias do Pacto Municipal em cooperação com a Comissão Europeia e outras partes interessadas, permitindo aos cidadãos beneficiar directamente das oportunidades e vantagens oferecidas por uma utilização mais inteligente da energia e informar periodicamente os meios de comunicação social locais sobre a evolução do plano de acção;
- divulgar a mensagem do Pacto nos fóruns apropriados e, em particular, encorajar outros autarcas a aderir ao Pacto.

Desta forma, será analisado de que forma diferentes cenários contribuirão para a prossecução destes objectivos, tendo como ano base de referência o ano de 2006.

Para que tal estudo seja realizado é imprescindível realizar:

(a) o levantamento e a monitorização de todos os fluxos de materiais e energia em todas as actividades praticadas na região em estudo;

(b) a avaliação das necessidades e identificação das melhores soluções, fazendo a análise entre os recursos e as características de cada região;

(c) a monitorização dos recursos disponíveis, de forma a definir a melhor estratégia para a sua utilização.

Com esta informação torna-se possível a criação de uma base de dados que vise a optimização na aplicação de ferramentas de gestão, sendo que para a presente análise se recorrerá ao software LEAP, o qual já foi apresentado neste documento.

Sendo assim, foi realizada uma caracterização do município de Vila Nova de Gaia e fez-se um levantamento das suas actividades económicas. Foram depois estudados os diferentes recursos energéticos utilizados bem como os respectivos valores de consumo. Para tal recorreu-se a informação disponível no INE, dados de 2006 (dado que não estavam ainda disponíveis os dados de 2007), e na Direcção Geral de Geologia e Energia (DGGE). Os dados disponíveis são os apresentados no Quadro 11.

Quadro 11. Inventário de consumos energéticos para o município de Vila Nova de Gaia para o ano de 2006

Recurso energético	Critério	Fonte	Unidade (base anual)	Consumo
Electricidade	Consumo doméstico de energia eléctrica por habitante por Local de residência	INE, 2009	kWh/hab	1.499
	Consumo de energia eléctrica na agricultura por consumidor		kWh/cons	2.276,50
	Consumo de energia eléctrica na indústria por consumidor		kWh/cons	141.251,60
	Consumidores de electricidade por tipo de consumo - Indústria		Número de consumidores	2.829
	Consumidores de electricidade por tipo de consumo - Agricultura		Número de consumidores	1.308
Combustíveis líquidos e gasosos	Consumo de Butano	DGGE, 2009	ton	3.546
	Consumo de Propano			7.940
	Consumo de GPL			443
	Consumo de Gasolina (aditivada+95+98)			60.165
	Consumo de Petróleo			175
	Consumo de Gasóleo (rodoviário+colorido+para aquecimento)			176.124
	Consumo de Fuelóleo			4.529
	Consumo de gás natural	INE, 2009	m³/hab	163,30
	Consumo de gás natural no Concelho		m³ (mil)	49.964

Os mesmos foram agrupados como se demonstra de seguida (Quadro 12).

Quadro 12. Agregação dos consumos por tipologia de utilização

Sectores	Consumos	Recursos energéticos
Doméstico	Iluminação, Audio-visuais e informática, Stand-by, Aquecimento e Electrodomésticos	Electricidade e Gás Natural (no aquecimento)
Outros consumos	Combustíveis Líquidos e Gasosos*	Gás de refinaria, GPL, Gasóleos, Gasolinas, Petróleo, Fuelóleo e Gás Natural,
	Electricidade na Indústria Electricidade na Agricultura	Electricidade

\* O consumo desta formas de energia integra as actividades económicas bem como o sector dos transportes

Os consumos do sector “Doméstico” foram estabelecidos tendo por base o determinado por Serra & Sousa (2007) que definiram a distribuição dos mesmos no sector doméstico segundo o apresentado na Figura 16.

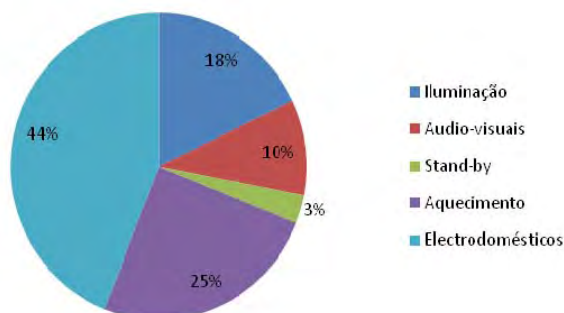


Figura 16. Distribuição dos consumos de electricidade no sector doméstico por tipologia de utilização (Serra & Sousa, 2007)

Serra & Sousa (2007) referem que, em termos de desagregação por forma de energia, e também para o sector doméstico, os consumos de electricidade representam 62% e os consumos de gás natural 38% da totalidade da utilização.

No que se refere ao sector “Outros consumos” este foi definido com o intuito de integrar os consumos energéticos referentes às restantes actividades praticadas no município visto que não foi possível estabelecer a distribuição dos consumos por sector de actividade. Verificou-se no decorrer do levantamento de dados e elaboração do inventário que os dados disponíveis estão muitas vezes agregados por tipo de fonte energética utilizada existindo poucas referências a consumos por sector de actividade. Esta agregação de dados não responde às reais necessidades de análise quando se pretende realizar o planeamento energético. Para que tal seja conseguido, torna-se necessário um levantamento directo dos consumos em todos os sectores de análise facto que exige o estabelecimento de um plano de diagnóstico e auditoria energética e a integração destes dados de uma forma mais direccionada, ou seja, por tipologia de utilização em cada um dos diferentes sectores. Não foi, no entanto, possível a realização deste levantamento, por ser demasiado exaustivo,



extenso, longo na implementação e onde a aceitação das entidades e diferentes actores poderia não ser conseguida.

Contudo, com o objectivo de avaliar a distribuição dos sectores de actividade do município, foi estabelecida a sua alocação por sector de actividade, como demonstra o Quadro 13, e efectuou-se uma análise a estes para avaliação da sua representatividade no concelho (Figura 17).

Quadro 13. Agregação das actividades por sector

Sectores	Actividades agregadas
Sector Primário	CAE A; B
Sector Secundário	CAE C; D; E; F; I; P
Sector Terciário	CAE G; H; J; K; L; M; N; O; Q

CAE – Código de Actividade Económica

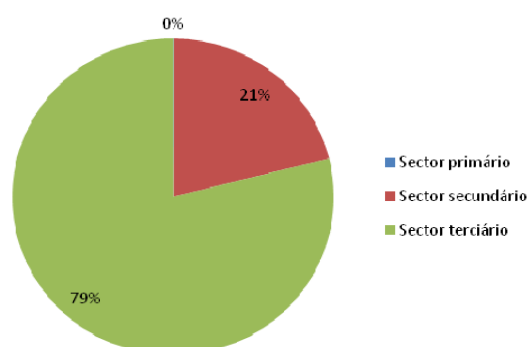


Figura 17. Distribuição das actividades do concelho de Vila Nova de Gaia por sector de actividade

Como se pode constatar, o sector terciário é o que apresenta maior representatividade no concelho, com 79% das actividades. O sector secundário também possui alguma expressão no concelho, com cerca de 21%, enquanto que o sector primário não expressa relevância económica. Desta forma, também os consumos energéticos seguem esta distribuição, pese embora as necessidades de consumos serem distintas bem como as fontes de energia utilizadas.

Com a informação disponibilizada, estabeleceu-se do cenário de referência, base do trabalho de análise e avaliação dos futuros cenários a estudar (Quadro 15). Lembra-se que as emissões associadas à energia (incluindo a energia utilizada nos transportes) representam mais de dois terços dos gases com efeito de estufa antropogénico (GEE) emitidos e contribuem assim em mais de 80% das emissões mundiais de CO<sub>2</sub>, o principal GEE, como resultado directo da queima de combustíveis fósseis para produção dos diferentes recursos energéticos.

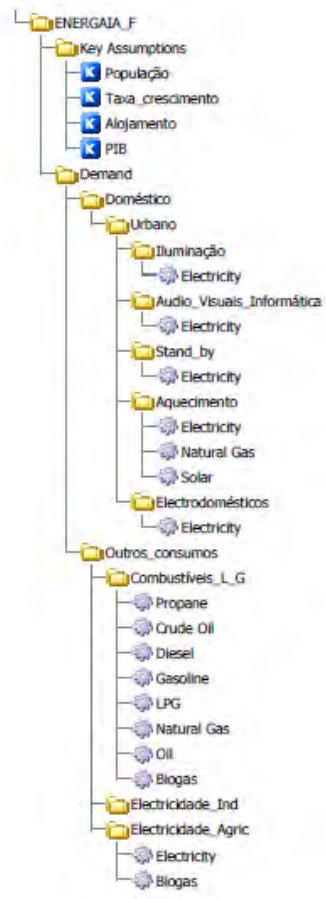
A informação constante da bibliografia e fontes utilizadas foi organizada estabelecendo-se a alocação dos consumos em função da estrutura do cenário de referência. Para além desta alocação realizou-se ainda a conversão das unidades do inventário para toneladas equivalente petróleo (tep). Para tal recorreu-se à informação constante do Despacho 17313/2008 de 26 de Junho, o qual apresenta os valores de conversão para cada tipo de energia, estando os mesmos apresentados no Quadro 14.

Quadro 14. Valores de conversão para tep segundo o Despacho 17313/2008 de 26 de Junho

Forma de energia	Conversão (tep/t)
Butano	1,182
Propano	1,182
GPL	1,099 – 1,130
Gasolina	1,051 – 1,075
Petróleo	1,01
Gasóleo	1,010 – 1,034
Fuelóleo	0,984
Gás natural	1,077
Forma de energia	Conversão (tep/10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
Gás natural	0,923

O Cenário de referência ficou estabelecido como apresentado no Quadro 15.

Quadro 15. Cenário de Referência

Árvore	Dados		
	Ramo	Nível de Actividade	Intensidade de consumo
	Dados Base*	População = 307444 hab	-
		Taxa de Crescimento anual = 1,04%	-
		Alojamento = 137382 habitações	-
	Doméstico	Iluminação = 18%**	82.954.540,08 kWh*
		Audio-visuais = 10%**	46.085.855,6 kWh*
		Stand-by =3%**	13.825.756,68 kWh*
		Aquecimento = 25%**	-
		- Electricidade = 62%	71.433.076,18 kWh*
		- Gás natural = 38%	22.434.480,6 m³
		Electrodomésticos = 44%**	202.777.764,6 kWh*
	Outros Consumos		
	Combustíveis Líquidos e Gasosos	Nível Activ. (%)***	Intens. Cons.
	Gás Refinaria	4,71	13,575(tep)***
	Petróleo	0,06	176,245(tep)***
	Gasóleos	62,49	179.998,4214(tep)***
	Gasolinas	22,20	63.955,8202(tep)***
	GPL	0,17	493,5006(tep)***
	Gás Natural	8,82	25.409,746 (tep)***
	Fuel	1,55	4.456,9296(tep)***
	Electricidade na Indústria		
	Electricidade	100	399.600.776,4 kWh*
	Electricidade na Agricultura		
	Electricidade	100	2.977.662 kWh*

\*Fonte: INE, 2009

\*\*Serra & Sousa, 2007

\*\*\*Fonte: DGGE, 2009

Importa referir que o sector dos transportes está representado nos consumos de “Combustíveis Líquidos e Gasosos” pois estes valores integram os consumos destes para o concelho de Vila Nova de Gaia. Por falta de informação, resultante esta da forma de produção e transformação da energia preconizada em Portugal, a qual é estabelecida ao nível do país e não por local de produção, e dado que tal não é aplicável à realidade nacional, o ramo da transformação não foi analisado no decorrer desta análise.

Foram então estabelecidos os pressupostos e estudados vários cenários sendo apresentados os cenários de análise de evolução da procura e previsão dos consumos e impactos ambientais que melhor representam as possibilidades face ao objectivo a estudar. Salienta-se que nestes cenários as acções foram estabelecidas por sector, considerando acções individuais. Desta forma conseguir-se-á avaliar em que sector se torna necessário e pertinente intervir para uma melhor obtenção de resultados. Para além destes, e tendo em consideração o plano de acção já estabelecido para o município de Vila Nova de Gaia, foi também criado um cenário que visa avaliar as acções a serem preconizadas. Estes cenários foram estabelecidos segundo um conjunto de pressupostos, sendo estes apresentados no Quadro 16.

Quadro 16. Cenários estudados e pressupostos adoptados

Cenário	Sector de intervenção	Pressupostos
Cenário 1	Doméstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Certificação energética dos edifícios</li> <li>- Adopção exclusiva de lâmpadas de baixo consumo</li> <li>- Adopção de utilização de equipamentos de classe de eficiência energética A ou AA +</li> <li>- Instalação de sistemas de aproveitamento de energia solar</li> <li>- Gás natural como fonte primordial de aquecimento</li> </ul>
Cenário 2	Outros consumos – Combustíveis líquidos e gasosos e electricidade na indústria	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introdução do biogás como fonte de energia</li> <li>- Maior utilização do GPL e do gás natural</li> <li>- Redução na utilização do combustíveis de origem fóssil por substituição dos equipamentos que os utilizam por outros que permitem a utilização de fontes de energia renovável</li> <li>- Introdução de princípios e critérios de mobilidade sustentável na gestão municipal</li> <li>- Maior utilização dos transportes públicos rodoviários por parte dos cidadãos</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilização do Metro como meio de deslocação</li> <li>- Substituição das fontes energéticas dos transportes públicos por formas de energia menos poluentes</li> <li>- Aplicação e implementação das obrigações estabelecidas pelo RGCE</li> </ul>
Cenário 3	Outros consumos – Electricidade na indústria e na agricultura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicação e implementação das obrigações estabelecidas pelo RGCE</li> <li>- Manutenção regular das bombas e outros equipamentos de consumo de energia eléctrica de forma a aproveitar a sua eficiência máxima</li> <li>- Adopção da rega automática</li> </ul>
Cenário Pacto*	Doméstico e Outros consumos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Certificação Energética Municipal</li> <li>- Transformação de equipamentos escolares e desportivos com base no conceito CO<sub>2</sub> Zero</li> <li>- Estabelecimento de Regulamentação Municipal para a Certificação Energética</li> <li>- Monitorização Energética da totalidade das instalações municipais</li> <li>- Expansão da linha de Metro</li> <li>- Implementação de um plano de mobilidade eléctrica</li> <li>- Melhoria da eficiência energética da frota municipal</li> <li>- Gestão eficiente da iluminação pública</li> <li>- Adopção de semáforos LED</li> <li>- Produção de energia eléctrica por aproveitamento de biogás</li> <li>- Promoção de acções de sensibilização, informação e educação para a eficiência energética</li> <li>- Promoção da instalação de sistemas solares fotovoltaicos em edifícios municipais</li> </ul>

\* Informação disponibilizada pela ENERGAIA

Os critérios base de redução para cada um dos cenários que contemplam a adopção das medidas expostas são os apresentados no Quadro 17.

Quadro 17. Critérios de redução em cada um dos cenários

Cenários	Critério*		
	Ramo	Nível Actividade	Intensidade de consumo
Cenário 1	Doméstico	Iluminação = 15%	-
		Audio-visuais = 6%	-
		Stand-by = 2%	-
		Aquecimento = 40%	-
		- Electricidade = 40%	-

		- Gás Natural = 60%	-
		- Solar = 12%	-
		Electrodomésticos = 37%	-
Cenário 2	Combustíveis Líquidos e Gasosos	Gás Refinaria = 4,2%	-0,2%
		Petróleo = 0,01%	-0,3%
		Gasóleo = 46%	-2,1%
		Gasolina = 18%	-1,3%
		GPL = 5,4%	1%
		Gás Natural = 24,9%	1,2%
		Biogás	2%
	Electricidade na Indústria	Electricidade na Indústria	-3%
Cenário 3	Electricidade na Indústria e Electricidade na Agricultura	Electricidade na Indústria	-30%
		Electricidade na Agricultura	-30%
		Biogás	10%
Cenário Pacto**	Doméstico	Iluminação	-5%
		Audio-visuais	-2%
		Stand-by	-1%
		Aquecimento	
		- Electricidade	-3%
		- Gás Natural	4%
		- Solar	4%
		Electrodomésticos	-2
	Combustíveis Líquidos e Gasosos	Gás Refinaria	-3
		Petróleo	-2%
		Gasóleo	-5%
		Gasolina	-4%
		GPL	3%
		Gás Natural	-1%
		Biogás	2%

	Electricidade na Indústria	Electricidade na Indústria	-8%
	Electricidade na Agricultura	Electricidade na Agricultura	-8%
		Biogás	2%

\*Análise referente ao ano de 2030

\*\* Reduções de consumos estabelecidas com base no plano estabelecido para Vila Nova de Gaia pela ENERGAIA

Para definição do comportamento do Cenário de Referência no ano de horizonte de análise considerou-se como base a evolução dos consumos de energia primária a nível nacional no período compreendido entre 1996-2006. Segundo informação da DGGE esta evolução representou um acréscimo de cerca de 3% ao ano no período de referência histórica considerado. Para análise da evolução deste cenário assumiu-se para o período até 2030 uma evolução anual semelhante, estabelecendo-se uma evolução de *business-as-usual*.

## 6.1. RESULTADOS

Apresentam-se de seguida os principais resultados decorrentes do estudo realizado com o software LEAP. Numa primeira fase apresentam-se os resultados que representam as necessidades face aos cenários estabelecidos e em seguida os resultados que demonstram os impactos ambientais ao nível das emissões de CO<sub>2</sub>eq face à ocorrência do estabelecido em cada um dos cenários. Apresentam-se também as comparações entre os resultados dos diferentes cenários. Salienta-se que no caso da apresentação dos resultados dos cenários o horizonte temporal é o de 2020 com o objectivo de avaliar a possibilidade de cumprimento do estabelecido no “Pacto dos Autarcas”, sendo que na comparação final de cenários a análise é feita no horizonte final de análise, ou seja, 2030. No ANEXO I apresentam-se outros resultados da análise efectuada que, não sendo os mais importantes, não deixam de ser interessantes de analisar ou consultar para melhor compreender a dinâmica do comportamento face aos cenários estudados, bem como os impactos decorrentes.

- **Cenário de referência**

O cenário de referência foi estabelecido tendo por base a informação relativa aos consumos para Vila Nova de Gaia no ano de 2006. Na Figura 18 apresentam-se os resultados da procura de energia final, expressos em tep.

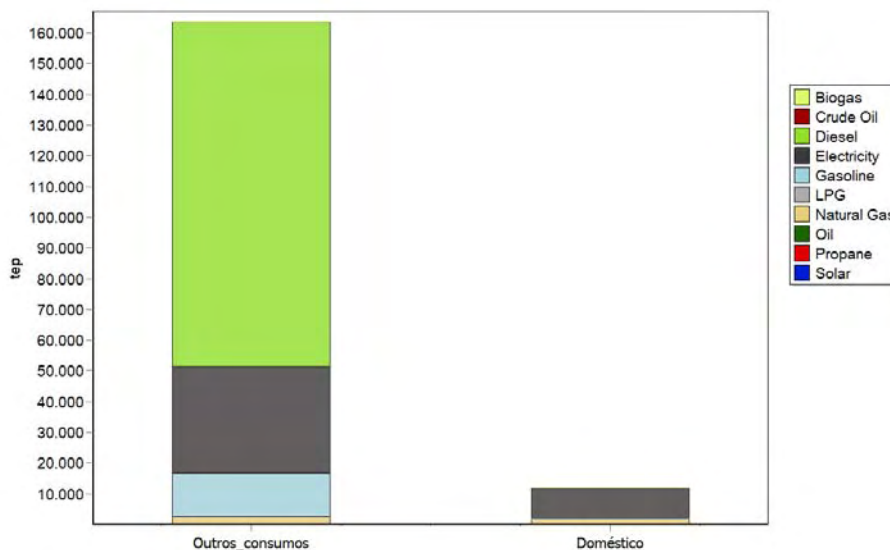


Figura 18. Procura de energia final no cenário de referência

Da análise da figura, e para o ano de 2006, no que reporta ao tipo de energia consumida por tipologia de utilização, o consumo de gasóleo é o que apresenta maior representatividade com cerca de 110 ktep. Em termos de sectores de análise, é no sector “Outros consumos” que se verificam os maiores consumos. Dentro deste, para além dos consumos de gasóleo, também a electricidade, com cerca de 34 ktep consumidos, apresenta expressão significativa. Seguem-se os consumos gasolina com uma representação que atinge os cerca de 16 ktep. Relembra-se que é neste sector de análise que se integram os consumos de combustíveis líquidos e gasosos, estando no mesmo representados os consumos associados aos transportes. Ainda neste sector, importa mencionar o valor de cerca de 2 ktep para os consumos de gás natural. No sector “Doméstico” é a utilização de electricidade aquela que apresenta uma maior expressão, com valores a rondar os 14 ktep, sendo que os



consumos relativos à utilização de gás natural apresentam um valor de cerca de 1 ktep. Em termos de consumos totais por sector estudado, o sector “Doméstico” atinge os cerca de 15 ktep enquanto no sector “Outros consumos” os valores atingem os cerca de 162 ktep.

Analisa-se ainda a distribuição da procura de energia final em cada um dos sectores de avaliação, “Doméstico” (Figura 19) e “Outros consumos” (Figura 20).

No sector “Doméstico”, é na utilização dos diferentes electrodomésticos que se consome mais energia, sendo esta proveniente de electricidade e com valores de cerca de 7.700 tep (Figura 19). Na iluminação e no aquecimento também se verificam grandes consumos de electricidade, com valores de cerca de 1100 tep e 1300 tep, respectivamente, sendo os consumos de electricidade com equipamentos audio-visuais e informática os que apresentam menor valor (cerca de 400 tep). Na totalidade, e para os consumos de electricidade, os valores rondam do 10.600 tep. Salienta-se ainda a utilização de gás natural para aquecimento com valores de consumo a rondar os 1800 tep (Figura 19).

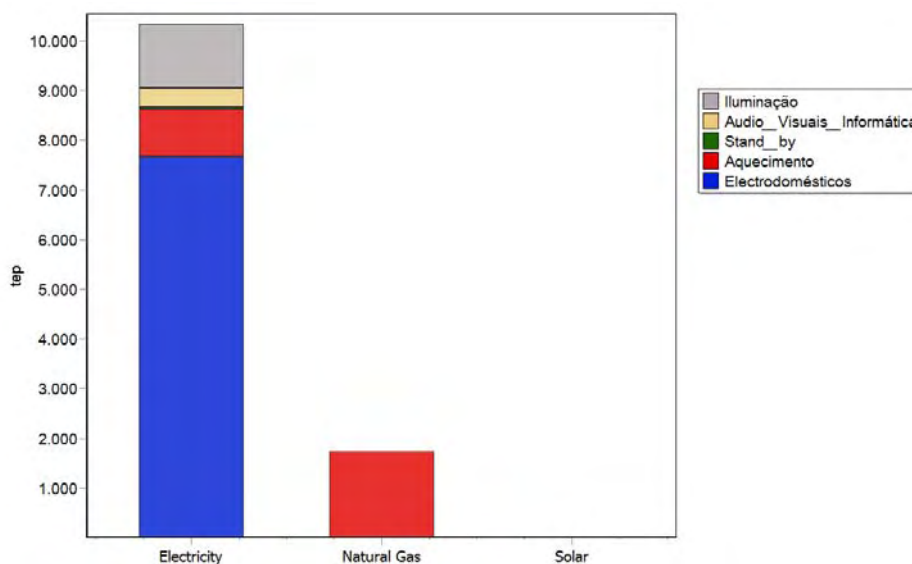


Figura 19. Distribuição da procura de energia final no cenário de referência no sector “Doméstico”

No sector “Outros consumos”, a distribuição da procura de energia final segue o apresentado na Figura 20.

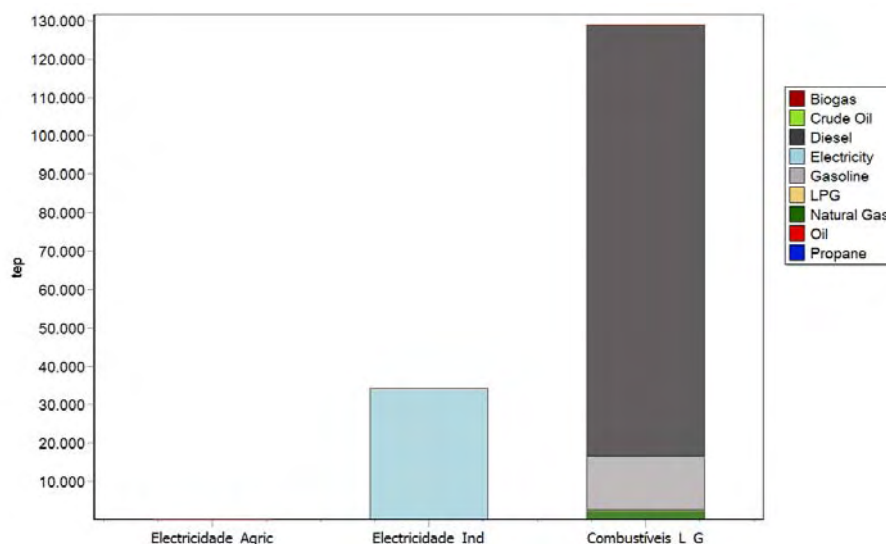


Figura 20. Distribuição da procura de energia final no cenário de referência no sector “Outros consumos”

A Figura 20 demonstra que no sector “Outros consumos” o consumo de gasóleo é o que apresenta maior expressão com valores na ordem dos 110 ktep, seguido do consumo de gasolina com valores de 18 ktep e de gás natural com valores a rondar os 2 ktep. Na totalidade, os consumos associados à utilização dos consumos líquidos e gasosos assumem um valor de cerca de 128 ktep. Na actividade industrial, e por comparação com a actividade agrícola, a utilização de electricidade apresenta-se como grande fonte de consumo, com valores de cerca de 35 ktep. Tal justifica-se visto que o sector primário não apresenta expressão significativa no território (cerca de 0,12%), enquanto o sector secundário, onde se insere a actividade industrial representa cerca de 21%.

Estes consumos têm os seus impactos no ambiente, nomeadamente na emissão de CO<sub>2</sub>, apresentando esta grande representatividade enquanto contributo para o aquecimento global. De seguida apresentam-se estes resultados.

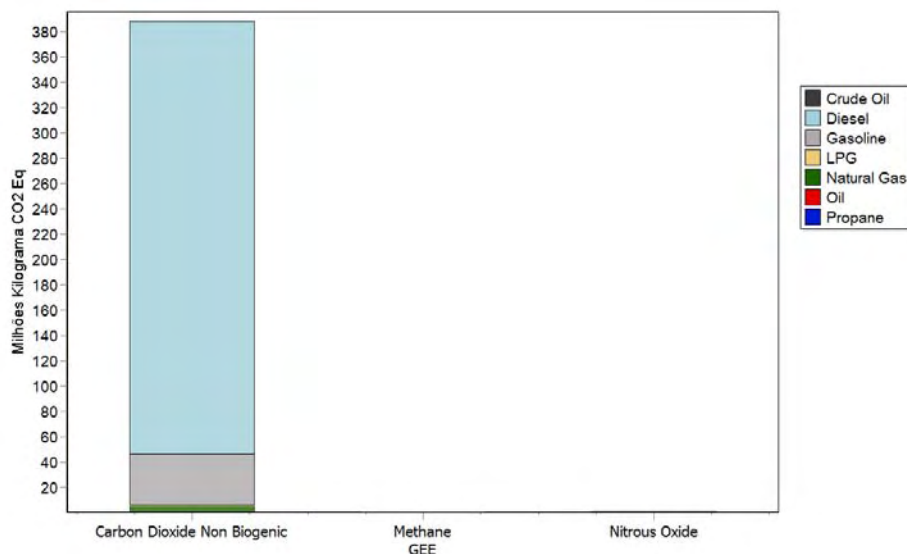


Figura 21. Contribuição da procura de energia final no cenário de referência para o aquecimento global

Da análise da Figura 21 constata-se que a contribuição mais significativa para o aquecimento global deriva das emissões de CO<sub>2</sub>, com valores a rondar os 382 milhões de kilograma de CO<sub>2</sub>eq. Dentro destas, o gasóleo é a fonte de energia com maior expressão, com valores de CO<sub>2</sub>eq na ordem dos 338 milhões de kilogramas. Seguem-se os consumos de gasolina, com valores de cerca de 43 milhões de kilogramas de CO<sub>2</sub>eq e o gás natural com valores de 1 milhão de kilogramas de CO<sub>2</sub>eq. Os restantes elementos de análise para contribuição para o aquecimento global (metano e óxido nítrico) não apresentam valores representativos.

- **Cenário 1**

O cenário 1 avalia os consumos e os seus impactos em termos de aquecimento global, tendo por base uma alteração nos padrões do consumo doméstico, mantendo-se a evolução do cenário de referência no sector “Outros consumos”. Os resultados apresentados são relativos ao ano de 2020.

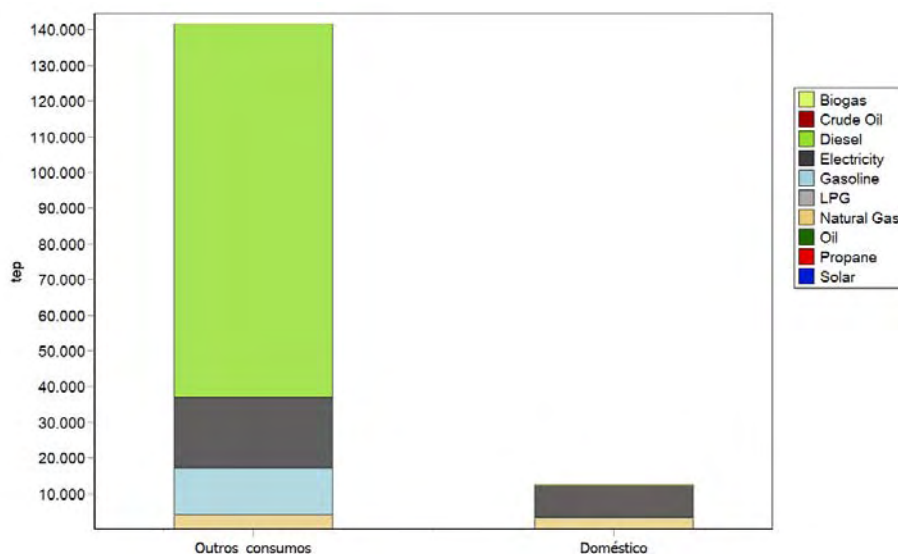


Figura 22. Distribuição da procura de energia final no cenário 1

À semelhança do que acontece no cenário de referência, é no sector “Outros consumos” que se regista um maior consumo de energia, com valores totais a atingir os cerca de 140 ktep (Figura 22). No sector “Doméstico”, a alteração nos padrões de consumo atribui aos recursos energéticos utilizados, electricidade e gás natural, valores na ordem dos 10 ktep e 2 ktep, respectivamente, para um total a rondar os 12 ktep.

Especificamente para o sector “Doméstico” (Figura 23), no cenário 1, a utilização de electricidade na tipologia electrodomésticos é a que apresenta maior expressão, com valores na ordem dos 7 ktep, seguida dos consumos de electricidade no aquecimento e iluminação, com valores a rondar os 1000 tep e os 1200 tep, respectivamente. Os audio-visuais e informática consomem no cenário 1 cerca de 200 tep. No que se refere ao recurso energético gás natural os valores de consumo atingem neste cenário os cerca de 3 ktep. Em termos totais, para o recurso energético electricidade, os valores atingem os cerca de 9.500tep.

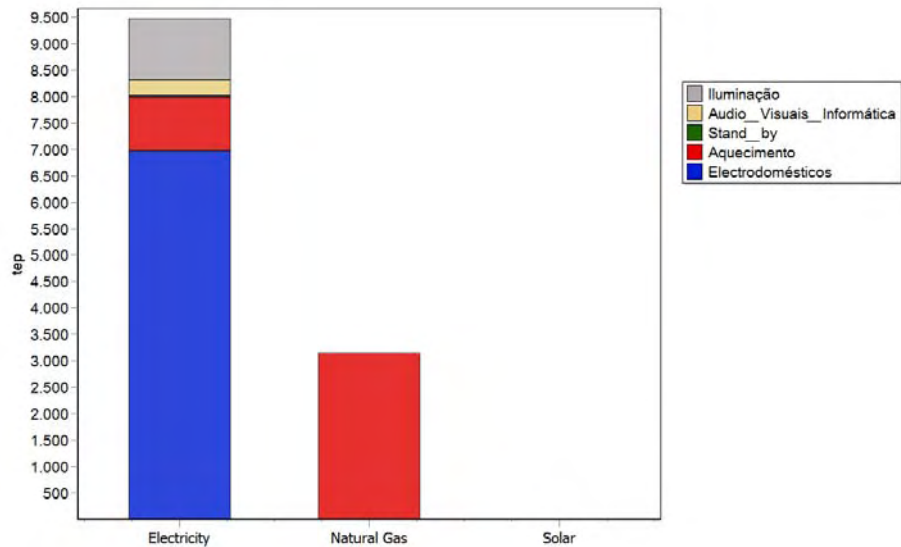


Figura 23. Distribuição da procura de energia final no cenário 1 para o sector “Doméstico”

Embora este cenário preveja uma redução dos consumos, por introdução de acções e medidas que visem aquele objectivo, os impactos ambientais, nomeadamente enquanto contribuição para o aquecimento global, também se registam. A Figura 24 apresenta a contribuição do cenário 1 para o aquecimento global no ano de 2020.

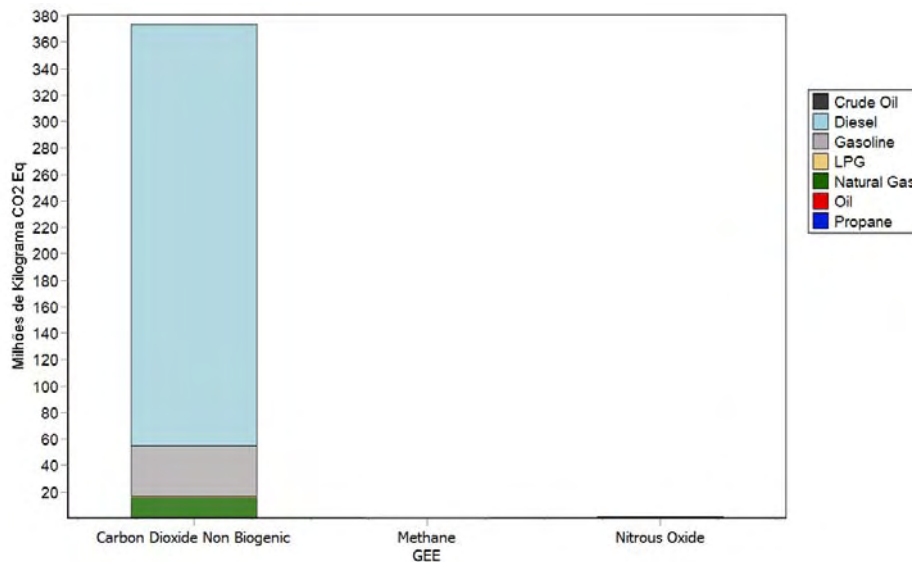


Figura 24. Contribuição da procura de energia final no cenário 1 para o aquecimento global

Com a implementação de medidas que visem o estabelecimento do cenário 1, este apresenta um potencial de contribuição para o aquecimento global com cerca de 370 milhões de kilogramas de CO<sub>2</sub>eq. Dentro deste, prevê-se que cerca de 110 milhões sejam relativos aos consumos de gasóleo, 40 milhões decorrentes da utilização de gasolina e cerca de 20 milhões dos consumos de gás natural. Em termos dos restantes contribuintes, não se registam contribuições significativas.

- **Cenário 2**

Relembra-se que no cenário 2 as alterações introduzidas centram-se no sector “Outros consumos”, nomeadamente na componente dos “Combustíveis Líquidos e Gasosos” e numa redução nos consumos de electricidade na indústria. Desta forma, os consumos de energia final em 2020, para este cenário, seguem o apresentado na Figura 25.

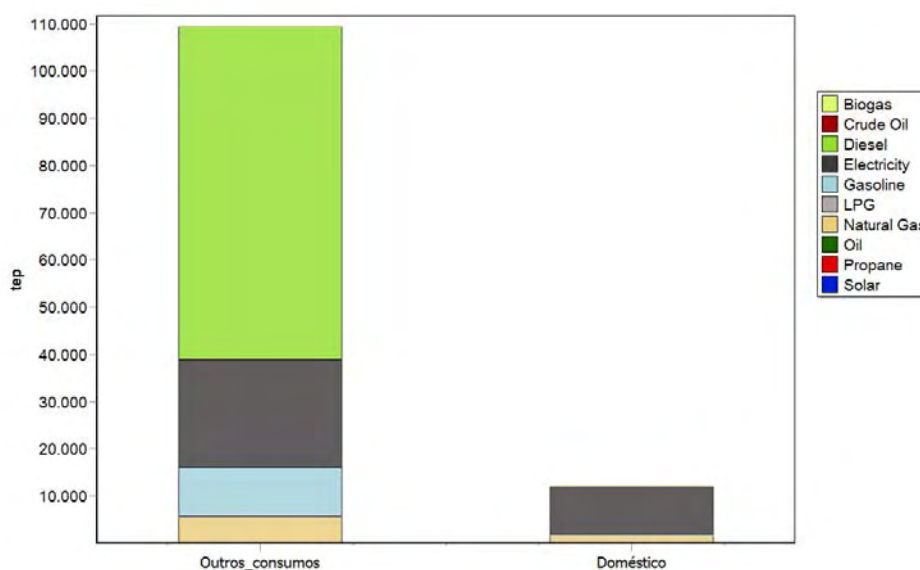


Figura 25. Distribuição da procura de energia final no cenário 2

Para o cenário 2 os consumos energéticos centram-se no sector “Outros consumos”, com o gasóleo a ser a principal fonte de energia consumida com valores de cerca de 80 ktep, seguido da electricidade com consumos a rondar os 22 ktep e do gás natural e gasolina com

valores aproximados de 7 ktep e 11 ktep, respectivamente. A totalidade destes consumos perfaz um total de cerca de 110 ktep. No sector “Doméstico” os consumos de electricidade e gás natural mantêm-se constantes com os do cenário de referência dado que não foram introduzidas neste cenário, alterações face ao cenário de referência.

Fazendo uma análise ao sector onde se introduziram as alterações de consumos, o sector “Outros consumos”, a distribuição dos mesmos segue o apresentado na Figura 26.

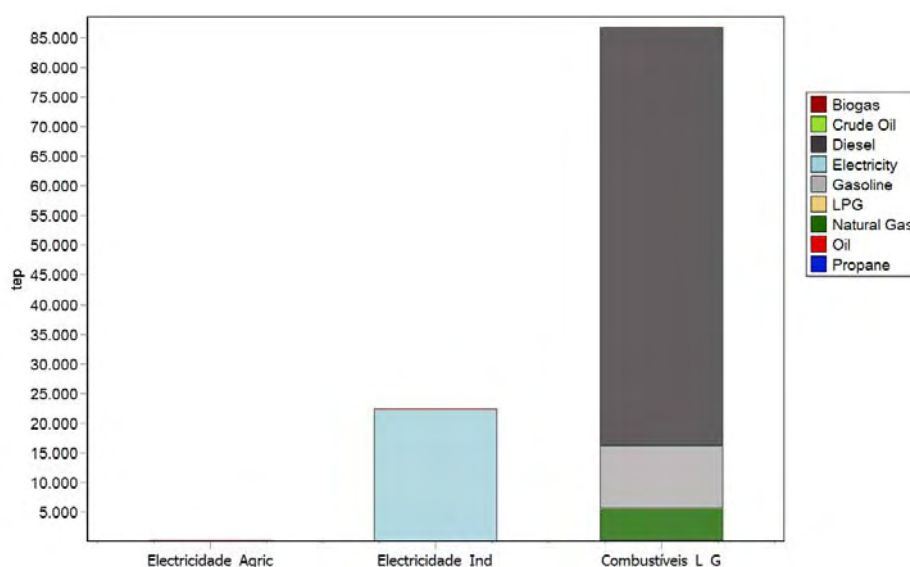


Figura 26. Distribuição da procura de energia final no cenário 2 para o sector “Outros consumos”

Da análise da Figura 26 observa-se que no sector “Outros consumos” a distribuição dos consumos de energia assume valores totais a rondar os 87 ktep, sendo que destes o consumo de gasóleo, com valores na ordem dos 71 ktep, é o mais significativo. Seguem-se a gasolina e o gás natural, com valores a rondar os 11 ktep e 5 ktep, respectivamente. No que se refere à actividade industrial os consumos de electricidade passam a representar cerca de 23 ktep.

Em termos de contribuição do cenário 2 para o aquecimento global, os resultados são os apresentados na Figura 27.

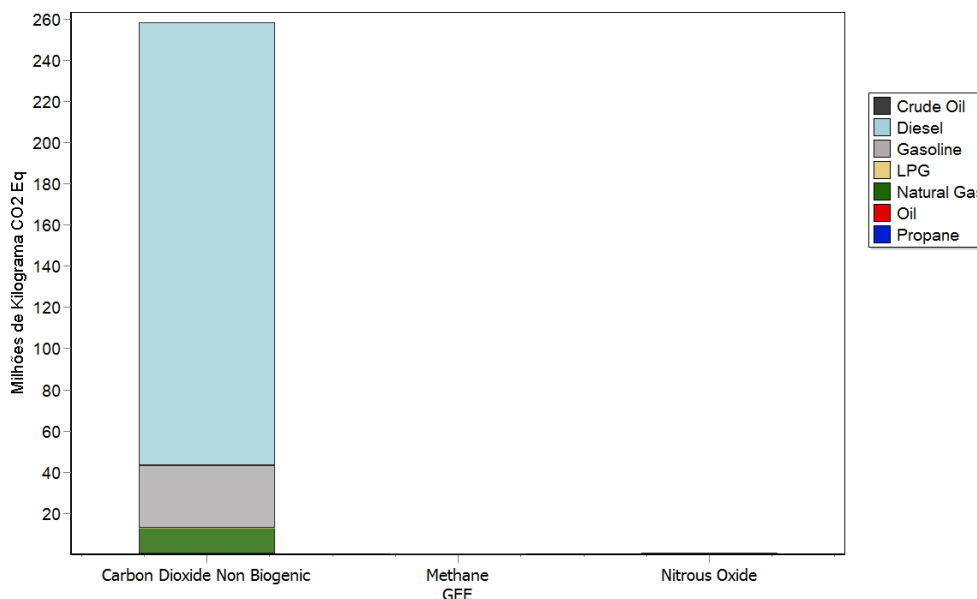


Figura 27. Contribuição da procura de energia final no cenário 2 para o aquecimento global

A Figura 27 demonstra, para o cenário 2, que são as emissões de CO<sub>2</sub> as que maior representatividade têm no contributo para o aquecimento global, não apresentando os restantes GEE em análise valores significativos. No caso do CO<sub>2</sub> o valor global ronda os 260 milhões de kilogramas de CO<sub>2</sub>eq sendo este repartido entre os provenientes dos consumos de gasóleo, com valores de cerca de 222 milhões de kilogramas de CO<sub>2</sub> eq, seguido dos consumos de gasolina e gás natural, com contribuições com valores na ordem dos 26 milhões de kilogramas e 18 milhões de kilogramas de CO<sub>2</sub> eq, respectivamente.

- **Cenário 3**

No cenário 3 o estudo incidiu sobre uma alteração nos consumos de energia na actividade industrial e na agricultura, sendo que nesta última também se introduziu a utilização de energia proveniente do biogás. Mais uma vez os resultados são apresentados para o ano de 2020.



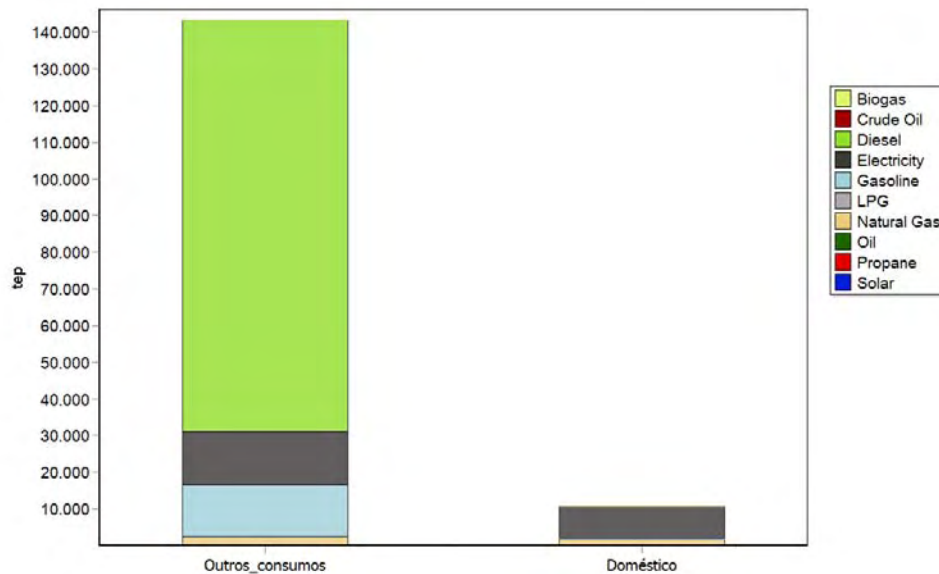


Figura 28. Distribuição da procura de energia final no cenário 3

Em termos de procura de energia final, e segundo a Figura 28, o sector “Outros consumos” é mais uma vez o que apresenta maiores consumos, com valores totais a rondar os 142 ktep sendo que o sector “Doméstico” apresenta valores de consumo na ordem dos 12 ktep. Dentro do sector “Outros consumos” o gasóleo continua a ser a fonte de energia com maior consumo, com valores a rondar os 112 ktep seguido da electricidade, gasolina e gás natural com valores a rondar os 14 ktep para os dois primeiros e 2 ktep para o gás natural. No sector “Doméstico” os consumos mantêm-se constantes com o cenário de referência visto que não lhe foram introduzidas alterações no estabelecimento do cenário 3.

No que diz respeito à distribuição dos consumos no sector “Outros consumos”, esta é a apresentada na Figura 29.

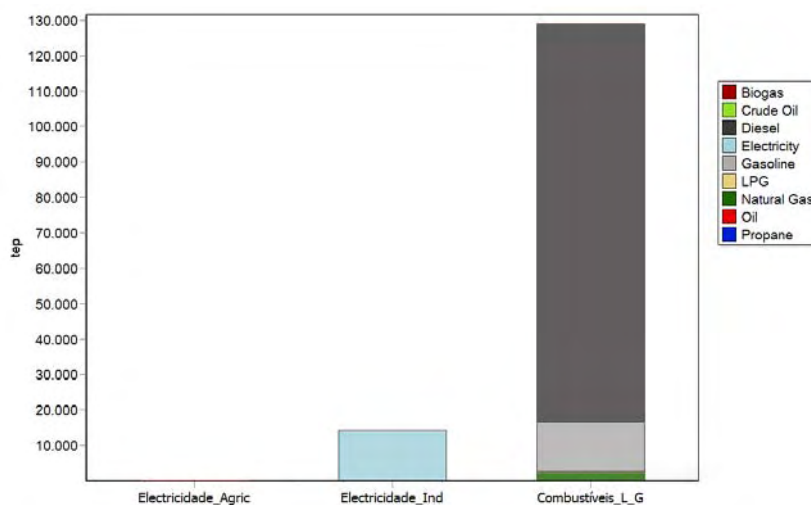


Figura 29. Distribuição da procura de energia final no cenário 3 para o sector “Outros consumos”

Como se pode constatar por análise da Figura 29, e após as alterações introduzidas no cenário 3 face ao cenário de referência, não se verificam grandes alterações nos consumos de combustíveis líquidos e gasosos face ao cenário de referência, centrando-se as transformações nos consumos de electricidade ao nível da indústria assumindo neste cenário valores próximos das 15 ktep.

Em termos contribuição para o aquecimento global os resultados são os apresentados na Figura 30.

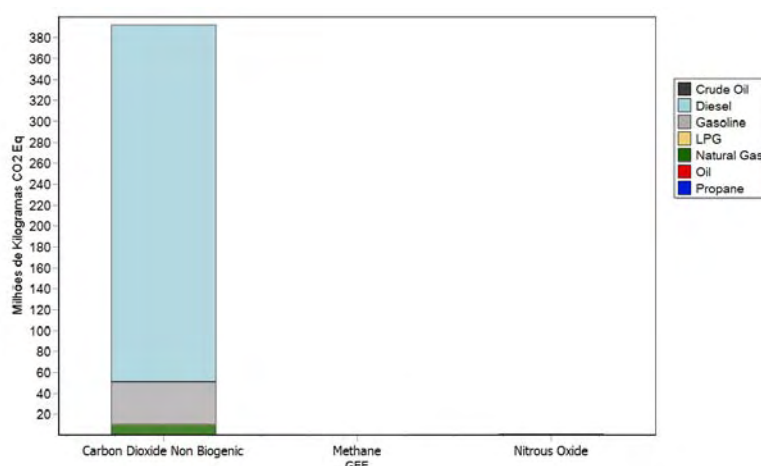


Figura 30. Contribuição da procura de energia final no cenário 3 para o aquecimento global

Como referido, e por análise da Figura 30, as contribuições do cenário 3 para o aquecimento global são na ordem dos 390 milhões de kilograma de CO<sub>2</sub>eq de CO<sub>2</sub>, não se registando uma contribuição significativa face aos outros GEE em análise. Dentro destes, cerca de 340 milhões de kilogramas de CO<sub>2</sub>eq reportam à utilização de gasóleo, cerca de 40 milhões de kilogramas para a gasolina e 10 milhões de kilogramas para o gás natural.

- **Cenário Pacto**

O Cenário Pacto teve como base para o seu estabelecimento as medidas propostas no plano de redução elaborado pela ENERGAIA. As percentagens de redução ou o incremento de novas fontes de energia foram, no entanto, estabelecidas no âmbito do presente estudo. Considera-se que os valores apresentados são perfeitamente compatíveis de alcançar tendo por base as leituras efectuadas durante o decorrer de todo o levantamento de informação para a realização do estudo que se apresenta.

Como para os restantes cenários, os resultados são apresentados para o ano de 2020.

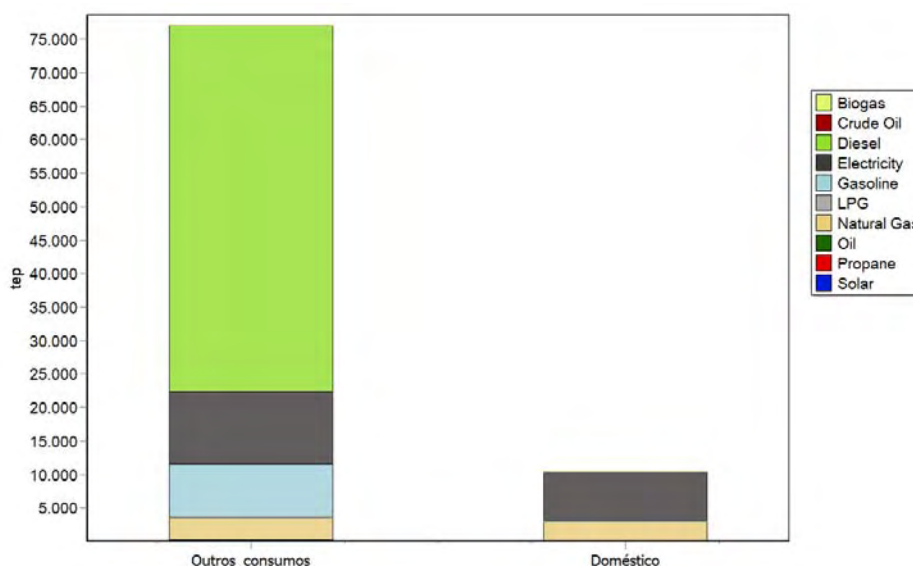


Figura 31. Distribuição da procura de energia final no Cenário Pacto

Da análise da Figura 31 constata-se os consumos de energia são mais significativos no sector “Outros consumos”, com um valor total a rondar os 76 ktep. Dentro deste, os consumos de gasóleo e electricidade são os mais representativos, com valores de cerca de 52 ktep e os 13 ktep, respectivamente. Os consumos de gasolina também assumem alguma expressão com valores de consumos a rondar os 7 ktep. No sector “Doméstico” são os consumos de electricidade, com valores de 6 ktep e os consumos de gás natural, com valores de 4 ktep, as únicas fontes de consumos significativas, para valores totais neste sector de cerca de 11 ktep.

Para o sector “Doméstico” a distribuição de consumos por tipologia de utilização é a apresentada na Figura 32.

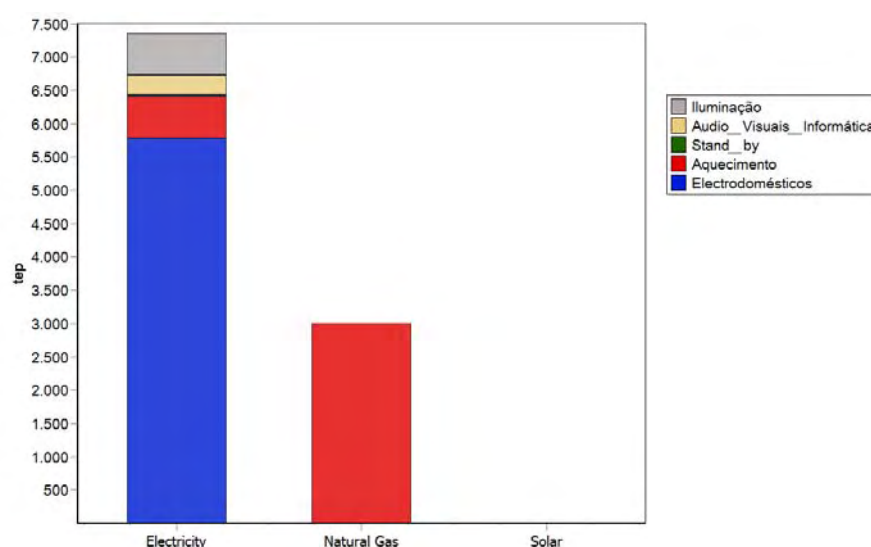


Figura 32. Distribuição da procura de energia final no Cenário Pacto para o sector “Domésticos”

Considerando as tipologias de consumos estabelecidas no sector “Doméstico”, para o Cenário Pacto, os consumos assumem valores na ordem dos 7.400 tep para a electricidade, 3 ktep para o gás natural sendo que a energia solar não apresenta expressão significativa. No que se refere à distribuição dos consumos de electricidade, é na utilização de electrodomésticos que estes são mais elevados (6.800 tep), seguindo-se o aquecimento e iluminação com valores muito próximos dos 5 ktep e só depois os audio-visuais (2 ktep).

Para o sector “Outros consumos” os resultados são os apresentados na Figura 33.

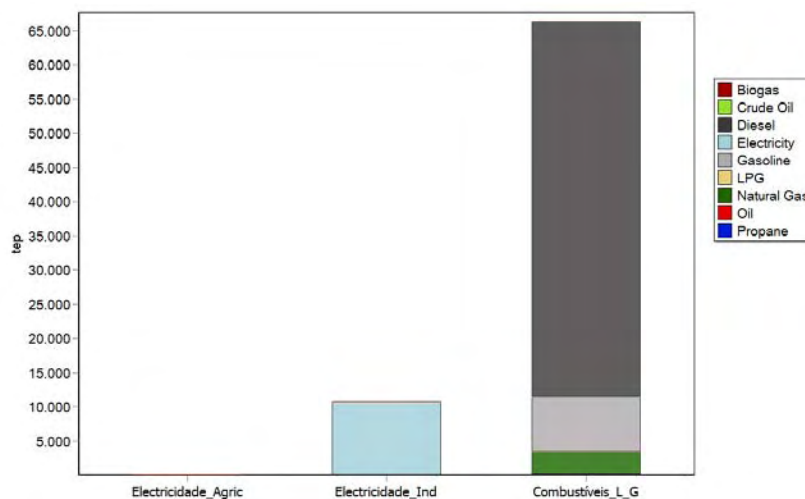


Figura 33. Distribuição da procura de energia final no Cenário Pacto para o sector “Outros consumos”

Da análise da Figura 33 observa-se que são os consumos de combustíveis líquidos e gasosos os que maior expressão assumem, com valores totais de cerca de 65 ktep. Dentro deste salienta-se os consumos de gasóleo, gasolina e gás natural como os mais significativos com valores 50 ktep, 10 ktep e 5 ktep, respectivamente. Os consumos de electricidade na indústria também merecem referência já que apresentam valores de cerca de 13 ktep.

Em termos de contribuição deste cenário para o aquecimento global, os resultados são apresentados de seguida (Figura 34).

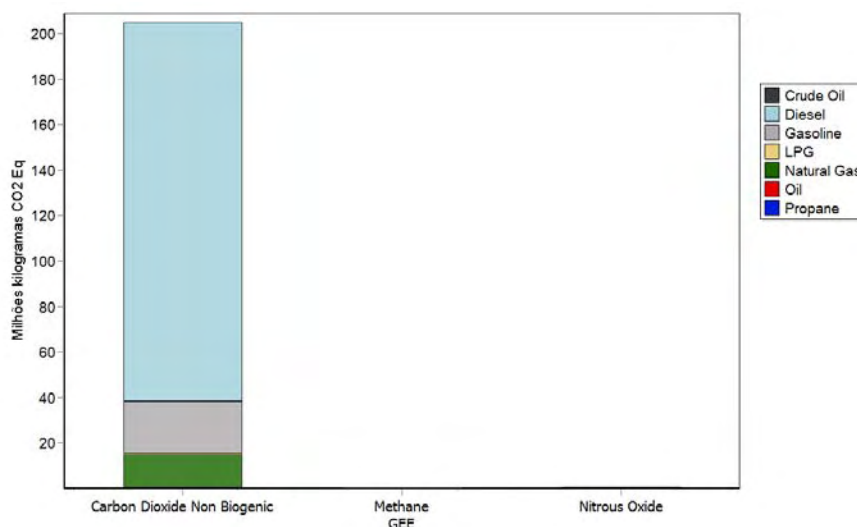


Figura 34. Contribuição da procura de energia final no Cenário Pacto para o aquecimento global

A Figura 34 demonstra a contribuição do Cenário Pacto para o aquecimento global sendo que observa que é no domínio das emissões de CO<sub>2</sub>eq de CO<sub>2</sub> que os efeitos são mais significativos. Neste domínio, os valores atingem os cerca de 200 milhões de kilograma de CO<sub>2</sub>eq de CO<sub>2</sub>. Os consumos de gasóleo são os que maior contribuição atribuem a este domínio com valores de 160 milhões de kilograma de CO<sub>2</sub>eq de CO<sub>2</sub>. Também os consumos de gasolina e gás natural apresentam uma contribuição embora esta menos significativa. Para estas fontes energéticas os valores rondam as 22 milhões e 18 milhões de kilograma de CO<sub>2</sub>eq de CO<sub>2</sub>, respectivamente.

Denota-se da análise dos resultados, quer de consumos quer de contribuição para o aquecimento global, um maior equilíbrio e redução face ao cenário de referência. Tal dever-se-á ao facto de neste cenário as acções contribuírem para reduções em todos os domínios de consumos e não individualmente como havia sido estabelecido para os outros cenários.

- **Comparação entre cenários**

A análise que se segue tem como objectivo a comparação entre os diferentes cenários, e será realizada tendo por base os consumos e os impactos ambientais, nomeadamente os que contribuem para o aquecimento global.

Na Figura 35 apresentam-se os resultados comparativos para a procura de energia final ao longo do tempo de análise.

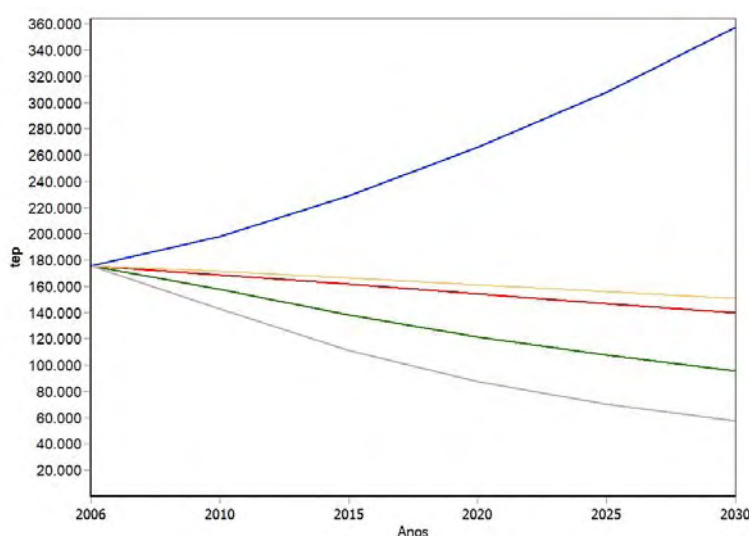


Figura 35. Evolução comparativa da procura de energia final nos diferentes cenários

A Figura 35 demonstra que em termos evolutivos, e considerando a adopção apenas de acções individuais, é no cenário 2 que se regista um menor consumo de energia final (com consumos no horizonte de análise a atingirem os cerca de 100 ktep), seguido do cenário 3 (com valores de cerca de 150 ktep) e do cenário 1 (com valores a rondar os 155 ktep). O cenário de referência apresenta uma evolução constante com os consumos praticados no período histórico de análise, atingindo valores na ordem dos 350 ktep no horizonte de análise (2030). No entanto, é com a implementação do Cenário Pacto que se consegue uma maior redução nos consumos, com valores finais de cerca de 60 ktep em 2030.

Sendo objectivo do estudo o conhecimento de valores para o ano de 2020, consegue-se a esta data, com a implementação do Cenário Pacto uma redução no consumo de cerca de

49% face aos valores de 2006, e no cenário 2 uma redução de cerca de 32%, enquanto nos restantes cenários a redução não ultrapassa os 11%.

Em termos dos efeitos destes consumos enquanto contributo para o aquecimento global, os resultados evolutivos são os apresentados na Figura 36.

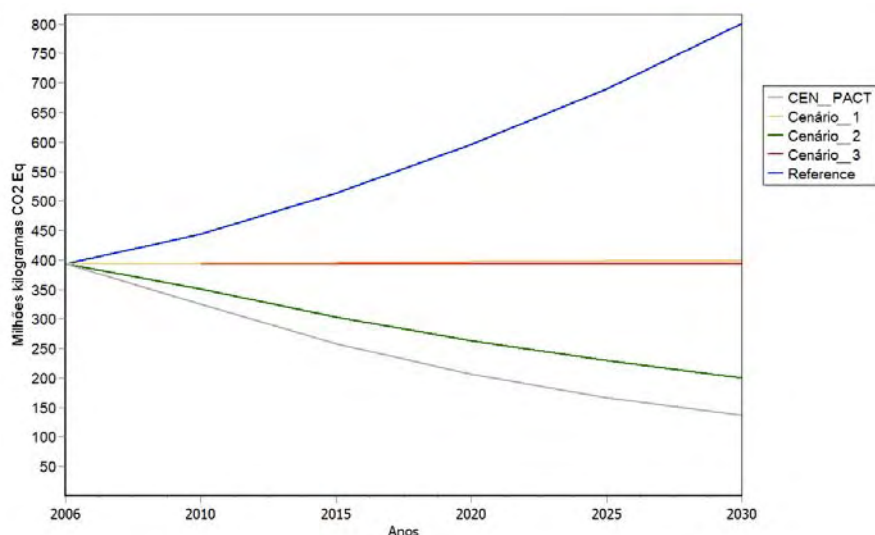


Figura 36. Evolução comparativa da contribuição para o aquecimento global nos diferentes cenários

Da análise da Figura 36 constata-se que é nos Cenários Pacto e cenário 2 que as contribuições para o aquecimento global terão uma redução mais efectiva, apresentando valores de CO<sub>2</sub>eq a rondar os 165 milhões e 220 milhões de quilogramas de CO<sub>2</sub> eq em 2030, respectivamente o que representa uma redução de cerca de 58% e 42% face ao cenário de referência. Os restantes cenários apresentam valores muito próximos, estando estes na ordem dos 380 milhões de quilogramas de CO<sub>2</sub>eq para o cenário 1 e dos 385 milhões de quilogramas de CO<sub>2</sub>eq para o cenário 3. Fazendo uma análise ao ano de 2020, é nos cenários Pacto e Cenário 2 que a efectivação da redução da contribuição para o aquecimento global é mais visível, atingindo valores de redução na ordem dos 43% e 29%, respectivamente. Nos restantes cenários, esta redução não é tão significativa, com valores de cerca de 2% para o cenário 1 sendo que no cenário 3 nem se efectiva uma redução que mereça valor, mantendo-se muito próximo da contribuição do cenário de referência.



Pela análise da Figura 37, constata-se que em todos os cenários estudados, a contribuição do CO<sub>2</sub> é a mais significativa não apresentando os restantes poluentes expressão que mereça destaque enquanto contributo para o aquecimento global. Salientam-se os cenários Pacto e cenário 2 como sendo os que menor contributo apresentam para o aquecimento global.

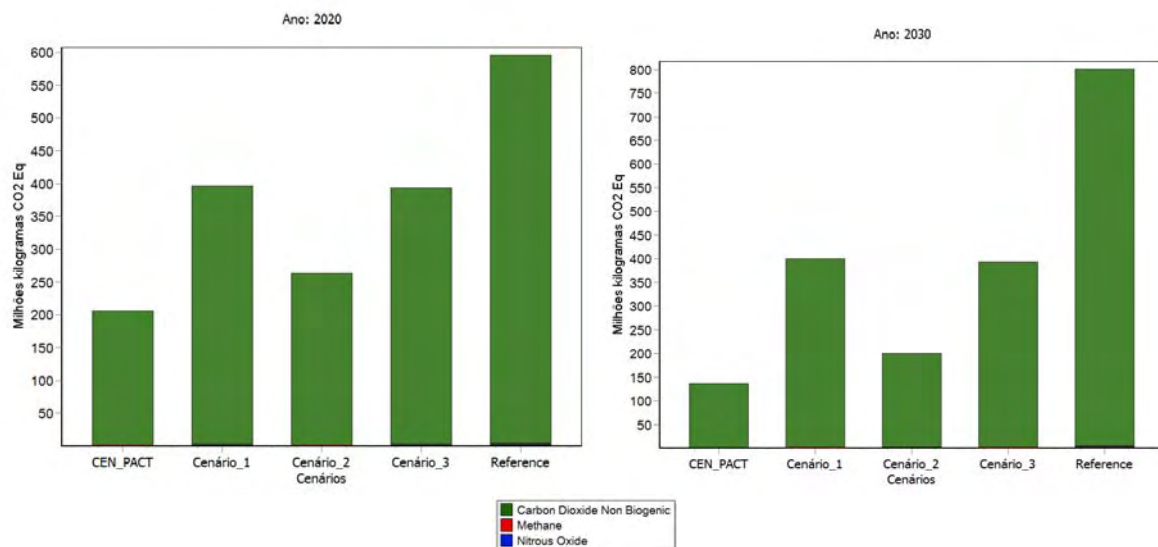


Figura 37. Contribuições para o aquecimento global nos diferentes cenários para os anos de 2020 e 2030

Fazendo uma análise por tipo de consumo de energia e respectivas contribuições para o aquecimento global, os resultados comparativos são os apresentados na Figura 38.

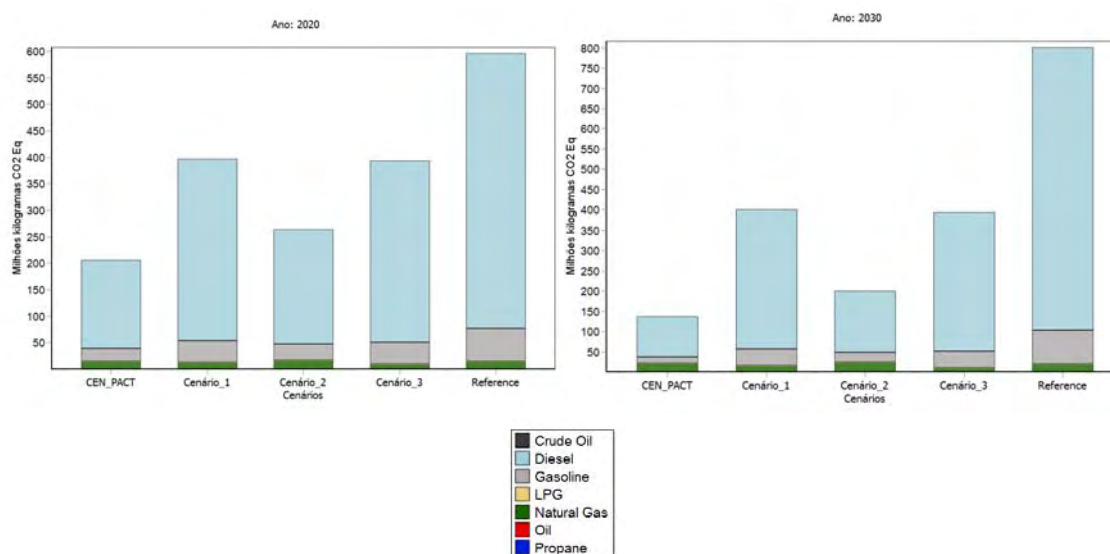


Figura 38. Contribuições para o aquecimento global por tipo de consumo de energia nos diferentes cenários

A Figura 38 permite assim constatar que em todos os cenários o gasóleo é o tipo de energia que mais contribui para o aquecimento global, seguido da gasolina e do gás natural, apresentando no entanto valores bastante diferentes, como já observado na análise detalhada de cada cenário. Também as contribuições seguem a mesma ordem. Como se observa, é nos cenários Pacto e cenário 2 que se conseguem os melhores resultados, quer de redução de consumos, quer de redução de contribuição para o aquecimento global, consequentemente.

Através dos resultados obtidos, torna-se possível tirar um conjunto de ilacções que deve ser alvo de crítica e análise. Desta forma, torna-se-á possível contribuir para o estabelecimento de um plano de acção que permita a redução das emissões de GEE, nomeadamente, o CO<sub>2</sub>. Estes resultados permitem ainda uma análise sobre o contributo para a sustentabilidade a ser preconizado pelos municípios.

## 6.2. ANÁLISE CRÍTICA DE RESULTADOS

A procura contínua de uma gestão equilibrada dos custos de oportunidade associados a três objectivos fundamentais – disponibilidade de energia, protecção ambiental e crescimento económico – têm marcado a política energética em Portugal no decurso das últimas décadas. Adicionalmente, qualquer decisão de política energética, nomeadamente no contexto da União Europeia, está hoje indissociavelmente enquadrada, em termos genéricos, pelo Protocolo de Quioto (CRUZ, 2007).

De facto, com o protocolo de Quioto foram institucionalizados mecanismos de flexibilização tendo por intuito permitir aos países envolvidos complementar as medidas dirigidas à redução das emissões de GEE. Pretende-se, desta forma, que os Estados-Membros limitem as emissões de CO<sub>2</sub>, nomeadamente as provenientes dos ramos energético e industrial. Seguindo as indicações do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC, 2006), admite-se que por cada tonelada equivalente de petróleo (tep) de carvão, petróleo e gás natural que é queimado são emitidas, respectivamente: 3,88; 3,04 e 2,34 toneladas de CO<sub>2</sub>.

Face à actual realidade de consumo e utilização da energia, também as autarquias sentem a necessidade de se adaptarem a esta situação. Peso embora não seja uma obrigação, surgiu recentemente o “Pacto dos Autarcas”, uma iniciativa da União Europeia que pretende o contributo dos municípios para a redução dos GEE em, pelo menos, 20% até 2020. Desta forma, as autarquias aderentes deverão avaliar o seu actual consumo de energia nos diferentes sectores e definir medidas de redução face às previsões de consumo. Estas medidas devem ser avaliadas mediante diferentes cenários de implementação, sempre tendo em atenção as emissões de GEE decorrentes das mesmas.

Em DGOTDU, 2008 refere-se que as cidades são, e sê-lo-ão cada vez mais, chamadas às responsabilização em termos de sustentabilidade que decorre das implicações de conceitos como a pegada ecológica e de balanço de carbono. Estes requerem, no entanto, uma

profunda reflexão nas vertentes de planeamento e gestão urbana para – de forma objectiva e quantificada- assegurar a exequibilidade de metas de sustentabilidade ambiental, económica e social com a possibilidade de monitorização e a capacidade de mobilização e resposta ao direito de participação activa dos cidadãos. Desta forma, as cidades do futuro assentarão menos na concretização de um modelo de urbanístico ou corrente arquitectónica concreto e mais num imperativo de desempenho urbano em termos de utilização dos recursos, onde os cidadãos em conjunto com a autarquia assumem um papel crucial. Para tal, o planeamento dos recursos a longo prazo assume a sua função de previsão e análise, com o objectivo de apoiar na tomada de decisão com vista à adopção de estratégias que contribuam para um futuro mais sustentável.

Em termos de modelo, segundo DGOTDU, 2008, o modelo tradicional da oferta dos recursos, oferta que quase sempre se apresentava com a ambição de condicionar a procura, tenderá a ser substituído por uma abordagem convergente das duas perspectivas: a da procura e a da oferta, caracterizando-se a primeira pela identificação das necessidades do recurso por parte das actividades e cidadãos e a segunda pela satisfação daquela necessidades. Esta metodologia favorece a definição do paradigma energético do futuro que se traduz na descentralização do aproveitamento das energias primárias dispersas e sua conversão ou “produção” distribuída, na prioridade às renováveis e à auto-produção. Poder-se-á assim encarar a cidade segundo um modelo eco-sistémico passível de simulação e de optimização e daí extrair as devidas consequências, nomeadamente, ao nível do planeamento e gestão urbanos (DGOTDU, 2008).

Previamente à análise dos resultados do presente estudo, importa realizar alguns comentários que identificam as lacunas do mesmo. Em termos de obtenção da informação necessária, verificou-se que a informação disponível e o seu formato não é compatível com as necessidades e objectivos quando se pretende realizar um estudo de planeamento energético, nomeadamente com a utilização do software LEAP. Verificou-se a não existência

de informação desagregada por sector ou tipo de actividade. O sector dos transportes revela-se um grande desafio de estudo já que a alocação por tipologia quer de consumos quer de emissões não foi possível. Não existe muita informação relativa a este aspecto, a não ser os consumos globais de combustíveis líquidos para o município.

Vila Nova de Gaia, grande centro urbano integrado na área metropolitana do grande Porto, vê-se influenciada por esta cidade. As dinâmicas populacionais, a rede e utilização dos transportes dificultam a alocação dos consumos a um só detentor. Desta forma torna-se também difícil a avaliação dos impactos ambientais decorrentes desta actividade ao nível local.

Constatou-se ainda que, no caso específico de Portugal, não existe forma de aceder a informação de consumos de energia ao nível local. Tal advém da centralização na produção e distribuição de energia, com uma produção a nível nacional e ainda sem uma produção descentralizada e que favoreça o uso dos recursos e fontes de energia locais. Espera-se, no entanto, que com os novos incentivos e orientações da política energética nacional tal aspecto seja suprimido.

Em termos de energias renováveis, nomeadamente, nos consumos provenientes destas fontes de energia, e mais uma vez a nível local, não se encontram valores significativos ou informação. A Suldouro é a única entidade que incorpora na rede produção eléctrica por aproveitamento do biogás resultante do processo de valorização dos RSU da área territorial de que é gestora, mas a alocação efectiva deste valores não é directa dado que a entidade integra a gestão de um outro município (Santa Maria da Feira) para além de Vila Nova de Gaia. Não existe uma base de dados energética que seja o reflexo da utilização energética actual em Portugal, muito menos quando se pretende trabalhar a um nível de pormenor como seja o local.

Durante a realização da pesquisa de dados verificou-se ainda que a informação disponível nem sempre é coincidente entre os diferentes autores ou fontes, existindo muitas das vezes

discrepâncias significativas nos valores apresentados. Este aspecto condiciona os estudos realizados. Este trabalho reconhece-se esta lacuna.

No caso específico do presente trabalho, constata-se que os dados utilizados são representativos da realidade, sendo esta conclusão permitida por comparação com diferentes trabalhos e com informação constantes em diversos relatórios governamentais face à situação de Portugal.

No que se refere ao modelo de planeamento utilizado, o LEAP, este revela-se uma excelente ferramenta, de fácil compreensão e uso, bastante versátil e com demonstração de resultados que permite aos decisores uma visualização atempada dos impactos das suas acções e políticas. Importa também salientar a sua estrutura que possibilita o estudo de toda a cadeia de transformação, produção e consumo de energia, bem como dos impactos decorrentes de todos estes processos, embora não tenha sido realizado a totalidade desta análise neste trabalho. A possibilidade de estudar alternativas futuras, com conhecimento prévio da sua contribuição, nomeadamente, para o aquecimento global, atribuem a este modelo um cariz de sustentabilidade e contributo para o seu alcance. O modelo permite ainda estudar os impactos decorrentes da implementação de diferentes tecnologias ambientais, não tendo sido também realizada uma análise a este nível neste estudo. Este estudo assume especial interesse quando os municípios pretendem avaliar especificamente a adopção de determinada estratégia e não estão seguros da sua implementação e contribuição para a redução das emissões de GEE.

O modelo LEAP permite ainda uma análise económica, sendo uma excelente ferramenta de apoio à decisão completa em toda a sua estrutura. Considera-se, no entanto, que a linearidade com que o modelo realiza actualmente estes cálculos deverá ser alvo de desenvolvimentos. A integração das externalidades ambientais deve ser alvo de um estudo mais detalhado e devem ser incluídas na vertente económica do modelo de uma forma mais assertiva pese embora ainda não exista um consenso relativamente a este aspecto.

Importa ainda, e analisando a aplicação do modelo LEAP apresentar algumas limitações do mesmo. Devido à natureza do modelo, ele não pode analisar a competitividade entre diferentes formas de combustível, nomeadamente energias renováveis e combustíveis fósseis, sendo este um importante factor quando se fala de energia e de recursos energéticos disponíveis. O modelo deverá assim ser alvo de melhorias nos aspectos mencionados como de menor validação. Desta forma, e com as vantagens que já apresenta, tornar-se-á num modelo extremamente completo, simples, dinâmico e que poderá ser cada vez mais utilizado como ferramenta de apoio à decisão na gestão energética.

No caso específico do presente estudo, e dado que a ferramenta não foi explorada na sua totalidade, poderiam ter sido utilizados outros modelos, ou até mesmo o simples Excel para a obtenção de resultados. No entanto, estabeleceu-se contacto com a ferramenta e as suas potencialidades, e o processo de aprendizagem permitiu um maior conhecimento da organização do sector energético e das necessidades de dados e seu formato para que a utilização de mecanismos de simplificação e integração de resultados seja possível.

Do estudo realizado ressalta a questão: Será, efectivamente, possível, alcançar a sustentabilidade? A sustentabilidade em si congrega a integração das diferentes componentes do desenvolvimento sustentável: economia, ambiente e sociedade. Só a actuação destes três vectores poderá contribuir para este objectivo e os municípios têm assim um papel de especial destaque nesta tarefa. É ao nível do município que são tomadas muitas das decisões de gestão, e desta forma poder-se-á contribuir para informar e influenciar a tomada de decisão. Os cidadãos e a sua participação assumem também um papel imprescindível para que tal seja alcançado. O município responde às necessidades da sua população e uma população informada, activa e participativa ajuda na implementação das acções e, conseqüentemente, no seu auto-conhecimento dos impactos das suas actividades quotidianas. Esta transparência é desejável quando se pretendem implementar acções de cariz voluntário e onde o bem-estar das populações é um bem maior.

O cumprimento do estabelecido no “Pacto dos Autarcas” visa concretizar os aspectos mencionados anteriormente.

Em termos de resultados do caso de estudo esboça-se de seguida uma análise aos mesmos. Após analisado o cenário de referência, foram estabelecidos quatro cenários de redução, e avaliados os efeitos da sua implementação. Da análise dos mesmos importa retirar algumas ilações.

No cenário de referência, e segundo os dados disponíveis e utilizados para a realização do estudo, o contributo dos consumos energéticos de Vila Nova de Gaia para o aquecimento global é de cerca de 383 mil de ton de CO<sub>2</sub>eq. Tendo sido, para o ano de 2006, a contribuição nacional de 87,2milhões de ton de CO<sub>2</sub>eq (Instituto do Ambiente, 2006), conclui-se que o município de Vila Nova de Gaia contribuiu em cerca de 0,44% para este valor. Esta contribuição deve ser reduzida recorrendo-se para tal à implementação de acções de racionalização na utilização de energia, de promoção da eficiência energética e da utilização de energia de fontes renováveis. No entanto, também estas acções têm o seu impacto, e importa avaliar as possibilidades de redução. Dos cenários estudados, os resultados essenciais, são apresentados no Quadro 18.

Quadro 18. Sumário dos resultados obtidos para os cenários estudados em termos de redução da contribuição para o aquecimento global

Cenário de Referência	Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3		Cenário Pacto	
Contributo para o aquecimento global	% redução da contribuição para o aquecimento global (expresso em milhões kg CO <sub>2</sub> eq)							
2006	2020	2030	2020	2030	2020	2030	2020	2030
385milhões kg CO <sub>2</sub> eq	2	2	29	42	-	-	43	58

Com a constituição de cenário de referência e após conhecidos os seus resultados para o ano de 2006 e perspectivada a sua evolução com base no levantamento histórico dos



consumos no período 1996-2006, observa-se que existe a necessidade de alteração dos padrões de consumo. No sector “Doméstico” a redução dos consumos de electricidade e a introdução de fontes de energia renováveis são essenciais. No que se refere ao sector “Outros consumos”, e associado aos combustíveis líquidos e gasosos, nomeadamente, a utilização de gasóleo e gasolina devem ser alvo de acções de redução dado que apresentam os maiores consumos. Este aspecto resulta do facto destes serem os combustíveis, por excelência, utilizados nos transportes, revelando-se este como um sector prioritário de actuação. Neste caso, a definição de uma estratégia de mobilidade sustentável e o incentivo à adopção de outras formas de mobilidade revelam-se primordiais e de execução urgente.

Em termos de cenários, o cenário 1 prevê alterações apenas na utilização e consumos ao nível do sector “Doméstico”, com alterações na contribuição face à tipologia de consumos bem como nos valores efectivamente consumidos. Denota-se uma fraca contribuição deste cenário para a redução das emissões de GEE, facto justificado pela utilização maioritariamente de energia eléctrica em comparação com os restantes consumos de combustíveis nos restantes sectores. No cenário 2, o qual pressupõe uma redução nos consumos energéticos de combustíveis derivados de recursos fósseis e um aumento dos consumos por formas de energia menos poluentes, pelo seu grau de expressão no território em análise, evidencia-se grandes alterações ao nível das emissões de GEE comparativamente ao cenário de referência. Consegue-se com a implementação deste cenário uma redução de cerca de 29% face ao cenário de referência para o ano de 2020, o que permite cumprir com os objectivos do “Pacto dos Autarcas”. No horizonte de 2030, esta redução atinge os cerca de 42%, revelando-se este cenário como bastante promissor. No cenário 3, pretende-se uma alteração de comportamento nos sectores industrial e agrícola, com introdução de formas renováveis de energia, nomeadamente biogás bem como uma redução nos consumos de electricidade. Também as acções a serem implementadas para dar cumprimento a este cenário não são suficientes para atingir os objectivos de redução do “Pacto dos Autarcas”.

Salienta-se, no entanto, que o estabelecimento destes cenários apenas contempla a adopção de acções individuais não integrando acções de actuação em todos os sectores e tipologias de consumos. O estabelecimento dos cenários adoptado ajuda a compreender o que já é subejamente conhecido, que é o facto da redução das emissões só ser conseguida com maior sucesso se se actuar no sector dos transportes. Neste caso exigir-se-ia a total reorganização da estrutura e meios de mobilidade, facto que acarreta custos incalculáveis e não é praticável. No entanto, um sector não deve ser trabalhado por si só. Os cenários não são estáticos em determinados sectores e noutros dinâmicos, tendo sido definido um cenário integrador e holístico.

Desta forma, e com o estabelecimento do Cenário Pacto o qual, relembra-se, integra acções do plano já estabelecido para dar cumprimento ao Pacto dos Autarcas em Vila Nova de Gaia, foi possível estudar o efeito de acções globais e integradoras. Com a adopção das acções propostas apenas se estabeleceram metas de redução nos consumos, não tendo sido trabalhados os níveis de actividade. Com a implementação do Cenário Pacto, e face aos dados de base deste estudo, demonstra-se a possibilidade de cumprimento do referido acordo com valores de redução de cerca de 43% em 2020 e 58% em 2030. Esta tão nitída diferença face aos restantes cenários demonstra que, mais do que alterar hábitos e padrões de consumo, torna-se essencial reduzir efectivamente esse consumo, só assim garantindo a redução da contribuição para o aquecimento global.

Da análise dos resultados finais constata-se que os cenários Pacto e cenário 2 permitem dar cumprimento dos objectivos do “Pacto dos Autarcas”, com percentagens de redução de 29% para 2020 e 42% para 2030, no caso do cenário 2 e 43% para 2020 e 58% para 2030 no caso do Cenário Pacto, não apresentando os restantes cenários uma significância de realce.

Salienta-se, no entanto, que estes cenários poderão ser integrados num só, sendo que o objectivo de apresentação destes teve como base o princípio de demonstrar quais as áreas prioritárias de actuação e sobre as quais é possível ter resultados mais eficazes.

Para que estes ou outros cenários se concretizem a autarquia deverá promover esforços de sensibilização e informação dos diferentes intervenientes e atender a projectos incentivadores à adopção de melhores práticas de gestão energética. Ressalva-se ainda a necessidade de colaboração entre as diferentes entidades que trabalham no mercado energético com a autarquia e os industriais, para criarem alternativas à disponibilidade de recursos energéticos em oferta.

As autarquias, no âmbito das suas atribuições e competências, podem influenciar algumas das actividades que consomem energia e produzem as emissões de GEE através da regulação do planeamento do território e do estabelecimento do uso do solo, do licenciamento de edificações, da gestão do trânsito e estacionamento, bem como dos serviços que prestam e gerem directamente.

Como agente mobilizador poderão:

- Estimular a eficiência energética e a utilização racional de energia nos diferentes sectores de actividade;
- Promover a exploração dos recursos energéticos endógenos da região e a utilização de fontes de energia de menor impacto.

A inclusão das formas de energia renovável aquando do planeamento energético é uma forma de mitigar os impactes ambientais provocados pela obtenção de energia eléctrica, e alcançar as metas estabelecidas em consenso comum pelos países que assinaram o protocolo de Quioto.

Com o intuito de demonstrar como os diferentes cenários podem ser colocados em prática, apresenta-se uma proposta de plano de acção.

### 6.3. PROPOSTA DE ACÇÕES

Um Plano de Acção é uma ferramenta de gestão essencial enquanto apoio à concretização de objectivos e avaliação das acções a implementar e/ou implementadas. No presente contexto apresentam-se acções que visam dar cumprimento aos objectivos estabelecidos pelo “Pacto dos Autarcas” para o município de Vila Nova de Gaia. Salienta-se que para que estas tenham plena execução se considera fundamental a participação de todos os consumidores e actores intervenientes na área de actuação. Nomeadamente, os cidadãos serão a chave do sucesso dado que a concretização das acções passa também pela adopção de princípios e práticas por parte dos mesmos. Os cidadãos, mais que meros consumidores, são também informadores e agentes mobilizadores dado que é através deles que se torna possível compreender os padrões de consumo do município. Para além disso, o seu envolvimento e participação, bem como a integração das suas opiniões e a resposta às suas necessidades, contribuirão para uma melhor percepção do território e das suas actividades com ganhos visíveis na sua satisfação e na sua avaliação da qualidade de vida.

O estabelecimento de um plano de acção deverá assentar em perspectivas multi-facetadas e holísticas dos problemas e suas soluções, sendo apresentadas de seguida um conjunto de acções que poderão ser implementadas pelo município de Vila Nova de Gaia. No Quadro 19 apresentam-se estas acções. Estas vêm expressas por tipologia de consumo de energia no cenário de referência: electricidade, combustíveis líquidos e combustíveis gasosos, apresentando-se também propostas de carácter geral de implementação ou que agregam vários tipos de consumo. Estas acções são para promoção na área de intervenção, devendo ser difundidas à população e preconizadas pelo município. Torna-se assim fundamental a informação, envolvimento e participação de todos os consumidores, cidadãos e empresas e entidades.

Refere-se ainda que se considera essencial a criação, por parte do município, de uma plataforma de auto-conhecimento e diagnóstico prévio e continuado. Desta forma conseguir-

se-á acompanhar a implementação das acções, bem como aferir do estado dos consumos e respectivo contributo para o aquecimento global. Esta plataforma poderá servir como observatório energético do concelho, podendo ser desenvolvida para que os cidadãos possam aceder e consultar informação, não só dos consumos mas também outras informações que se venham a considerar relevantes no âmbito deste tema.

Quadro 19. Propostas de plano de acção

Tipologia de consumo	Acções propostas
Electricidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incentivar à gestão energético-ambiental ao nível do condomínio ou bairro com mini ou micro-geração</li> <li>- Incentivar a troca de lâmpadas incandescentes por fluorescentes</li> <li>- Promover a produção de electricidade a partir de fontes renováveis (painéis fotovoltaicos nas fachadas e coberturas, eólicas de pequeno porte)</li> <li>- Promover e incentiva a climatização dos edifícios por fontes de energia renováveis (energia solar, geotermia)</li> <li>- Incluir de painéis solares térmicos nas reabilitações realizadas pelo município, e nos espaços municipais (pavilhões desportivos, piscinas municipais)</li> <li>- Incentivar a produção de energia eléctrica a partir do biogás produzido nas unidades de valorização de resíduos orgânicos</li> <li>- Informar e sensibilizar para a aquisição de electrodomésticos de classe e eficiência energética A ou A+</li> </ul>
Combustíveis líquidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colaborar na intervenção do desenvolvimento tecnológico e na definição das políticas de melhoria de acessibilidades</li> <li>- Colaborar na diversificação da oferta de energia, designadamente de biodiesel e bioetanol</li> <li>- Adaptação e utilização de veículos movidos por combustíveis de fontes renováveis nas actividades municipais</li> <li>- Planeamento local, ao nível de rua e bairro, que incentive o uso pedonal e de bicicletas e desencoraje o tráfego de veículos motorizados</li> <li>- Colaborar com as empresas concessionárias dos serviços de transportes públicos para estabelecimento de uma estratégia que responda às necessidades dos utentes dos serviços - estudar rotas, tipologias e necessidades de utilização, horários e suas afluências.</li> <li>- Definir e implementar acções e incentivos de utilização comum dos veículos, com benefícios, por exemplo, na aquisição de combustível (por criação de um cartão de acumulação de pontos, por exemplo, no qual é debitado um correspondente por cada litro de combustível em utilização completa do veículo que o utente poderá depois trocar por serviços prestados pelo município ou em que ele seja colaborador, por exemplo, actividades da sua agenda cultural).</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Informação e incentivo à aquisição de veículos eléctricos por possibilidade de criação de uma rede de locais que permita o abastecimento de carga eléctrica em vários pontos da cidade.</li> <li>- Adopção dos princípios da mobilidade sustentável em todo o município</li> </ul>
Combustíveis gasosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Promover a aplicação de energia solar para aquecimento de águas</li> <li>- Promover e colaborar na valorização de resíduos para produção de biogás, nomeadamente no que se refere à recolha da componente orgânica</li> <li>- Difundir a utilização de pellets ou briquetes como fonte de energia na substituição dos combustíveis gasosos, propano, butano ou gás natural, enquanto fonte de aquecimento</li> </ul>
Geral	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumprimento dos diplomas de certificação energética e da qualidade do ar dos edifícios, RCCTE e RSECE, respectivamente, Decretos-leis – nº78, 79 e 80/2006</li> <li>- Promover a reabilitação de habitações urbanas degradadas</li> <li>- Planear e executar campanhas de sensibilização para diferentes públicos-alvo e em diferentes contextos</li> <li>- No desenvolvimento de empreendimentos de habitação deverá promover-se a inclusão de sistemas de produção de energia através de fontes renováveis, sendo os benefícios dos mesmos repartidos por todas as fracções</li> <li>- Promover a preservação e plantação de árvores e/ou outra vegetação que absorvam dióxido de carbono e outros poluentes atmosféricos</li> <li>- Promover a concepção bioclimática de novas habitações no município</li> <li>- Garantir a monitorização de forma a identificar ineficiências e implementar acções correctivas</li> <li>- Promover a eco-eficiência empresarial nos diferentes sectores de actividade</li> </ul>

## **CAPÍTULO 7. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS**

Considerando o panorama energético de utilização e consumo e os efeitos ambientais decorrentes deste, revela-se essencial a adopção de medidas que prevejam a redução daqueles nomeadamente no que se refere às emissões atmosféricas.

Ciente desta situação, têm sido adoptadas estratégias de redução ao nível de todos os sectores de actividade. As autarquias, não estando obrigadas à adopção destas estratégias, como forma de melhorar a qualidade de vida da sua população e como forma de redução do seu contributo nas emissões de GEE, têm recentemente disponível um acordo que prevê a redução de 20% das emissões até 2020. A autarquia de Vila Nova de Gaia subscreveu os princípios deste acordo e pretende estudar e definir uma estratégia que permita a prossecução daqueles objectivos.

Este trabalho visa contribuir para este efeito na medida que analisa a situação de referência e permite avaliar, face a diferentes cenários, qual o que melhor responde ao cumprimento dos objectivos pretendidos. Recorrendo-se desta informação, será possível à Autarquia, definir e otimizar a sua estratégia, bem como averiguar das necessidades de concretização. A aplicação do modelo LEAP, pela sua fácil visualização e compreensão de resultados e pela integração com resultados e efeitos ambientais, apresenta-se como uma ferramenta de valor e em que será possível avaliar a evolução da prossecução dos objectivos. Desta forma, é possível antever o comportamento dos diferentes elementos e alterar estratégias ou premissas. Face ao estudo realizado, considera-se essencial este tipo de análise como forma de contributo na definição da estratégia.

A energia e a sua utilização devem ser pensadas e racionalizadas, não só numa perspectiva de economia de custos mas também numa perspectiva de gestão ambiental e minimização dos seus efeitos. A integração destes factores é crucial como forma de contributo para a sustentabilidade e as autarquias, por serem o elemento motivador e com um contacto mais directo sobre entidades, empresas e populações deverão ser o primeiro veículo de divulgação, informação e sensibilização. As suas acções e intervenção sobre o território, a um nível individual poderão contribuir fortemente para a gestão racional e para uma melhoria global da qualidade do ambiente.

Com a implementação de acções direccionadas e com a informação dos cidadãos, as autarquais conseguirão reduzir o seu contributo para o aquecimento global, mas é no sector dos transportes que ressalta a oportunidade e o desafio. Oportunidade pois a redução dos consumos e alteração das fontes de energia são a chave para o sucesso. No primeiro caso, a adopção de práticas, políticas e estratégicas que atendam à mobilidade, à sua melhoria e ao estabelecimento de compromissos de satisfação das reais necessidades da população numa rede de transportes dinâmicas, moderna e sustentável, são factores a ter em atenção. Um desafio pois não é fácil alterar um sector na sua totalidade. As redes já estão montadas, os circuitos estabelecidos e os investimentos na manutenção ou melhoria da frota são muitas vezes reduzidos ou até mesmo inexistentes, situações que agravam o problema. Requer-se a introdução de uma política de diversificação e a criação de incentivos à utilização dos transportes públicos. Cabe assim à autarquia, grande parte desta intervenção.

Seguindo uma estratégia criteriosa a pergunta de partida deste estudo obterá uma resposta positiva, sendo assim possível ao município de Vila Nova de Gaia cumprir com os objectivos do “Pacto dos Autarcas”. O município também ganha em sustentabilidade, melhorando a qualidade de vida das populações e desempenhando um verdadeiro serviço público.

Em termos dos critérios a introduzir à estratégia que vise o cumprimento do “Pacto dos Autarcas” pelo município de Vila Nova de Gaia referem-se os seguintes aspectos a ter em consideração:

- A redução nos consumos de electricidade, por si só, não representa alterações significativas na contribuição para o aquecimento global. Salienta-se, no entanto, que como forma de consciencialização e responsabilização do cidadão, devem ser estabelecidas acções de sensibilização com o intuito de adopção de práticas mais sustentáveis. Dentro destas contam-se a redução dos consumos desnecessários (stand-by, por exemplo), alteração de fontes de energia (no aquecimento, por exemplo) ou aquisição de equipamento de classe energética A ou A+). O município deverá também ele adoptar estas acções como exemplo para os seus cidadãos. O município deverá incentivar a microprodução, permitindo aos consumidores serem produtores da sua própria energia. A promoção das energias renováveis é um ponto a merecer destaque.



- É na redução dos consumos de combustíveis líquidos que se deve centrar a actuação do município. Não sendo uma tarefa fácil, o município de Vila Nova de Gaia deverá colaborar com as empresas concessionárias dos serviços de transportes públicos no estabelecimento de uma estratégia que responda às necessidades dos utentes dos serviços de forma a angariar novos utentes e fornecer um serviço eficaz e de qualidade. Devem ser estudadas rotas, tipologias e necessidades de utilização bem como os horários e suas afluências. Estes estudos devem integrar as empresas rodoviárias, de metro e ferroviárias para que existam inter-relações entre os seus serviços e, em conjunto, os cidadãos possam usufruir de um serviço público na sua totalidade. Esta estratégia deve incluir ainda a permanência de consumo dos utilizadores de automóvel privado devendo incluir acções e incentivos de utilização comum dos veículos, com benefícios, por exemplo, na aquisição de combustível (por criação de um cartão de acumulação de pontos, por exemplo, no qual é debitado um correspondente por cada litro de combustível em utilização completa do veículo que o utente poderá depois trocar por serviços prestados pelo município ou em que ele seja colaborador, por exemplo, actividades da sua agenda cultural). O município deverá também desenvolver estratégias de informação face às alternativas aos combustíveis líquidos nos veículos (gasóleo e gasolina por biodiesel ou gás natural) ou ainda pela substituição aquando de aquisição de veículos eléctricos. Neste caso, é importante que o município defina e implemente uma rede de locais que permita o abastecimento de carga eléctrica em vários pontos da cidade. No fundo, todo o trabalho do município nesta área deverá centrar-se nos princípios da mobilidade sustentável, devendo ele mesmo adoptar as acções que propõe.
- No que se refere aos combustíveis gasosos, e nomeadamente no sector doméstico, na tipologia de utilização referente ao aquecimento, o município poderá desempenhar um papel importante nas novas habitações, estabelecendo critérios de localização e projecto que integrem o conceito de habitação sustentável. Também a promoção das fontes de energia renováveis devem assumir um papel de destaque, com incentivos à instalação solar, por exemplo, ou à utilização de pellets ou briquetes como fonte de energia na substituição dos combustíveis gasosos, propano, butano ou gás natural, enquanto fonte de aquecimento.

Em suma, a sustentabilidade do próprio município depende, em grande parte, do seu desempenho no incentivo à colaboração de todos os intervenientes na utilização de energia. Fazer previsões de consumos de energia é fácil...o difícil é conseguir que elas estejam correctas!

Como nota de término à análise efectuada, e numa perspectiva de desenvolvimento de trabalhos futuros, considera-se importante estudar o sector dos transportes por si só para melhor compreender as dinâmicas populacionais e as necessidades, bem como alocar os recursos disponíveis e conhecer a rede de serviços. O desenvolvimento de uma matriz para o sector dos transportes e o estudo de cenários de sustentabilidade fornecerá aos decisores informação de base para o estabelecimento das suas estratégias e implementação as acções. Considera-se também importante um estudo por sector de actividade (primário, secundário e terciário), nomeadamente no referente à utilização de combustíveis líquidos e gasosos. Só desta forma o município poderá colaborar com as empresas e entidades na definição de uma estratégia de sustentabilidade que seja benéfica para todos os actores.

## CAPÍTULO 8. BIBLIOGRAFIA E REFERÊNCIAS

- Abbasi, S.A.; Abbasi, N. (2000). *The likely adverse environmental impacts of renewable energy sources*. Applied Energy 6.121–44.
- Agência Portuguesa do Ambiente (2007). *Relatório de Estado do Ambiente 2006 – Portugal*. APA. Dezembro. ISBN 978-972-8577-36-0.
- Auclair, C. (1997). *The UNCHS (Habitat) indicators program. Sustainability indicators—Report of the project on Indicators of Sustainable Development*. Wiley, New York, 288–292.
- Bajay, S. V. (1989). *Planejamento energético: Necessidade, objetivo e metodologia*. Revista Brasileira de Energia. Campinas. SBPE, Campinas. 1(1): 45 – 53.
- Banco Mundial (2008). *Conceitos*. Disponível em:  
<http://www.sustentabilidade.org.br/doku.php?id=portug:redesustent:conceitos:conceitos>.  
Consulta em 12 Maio.
- Beccali, G.; Cellura, M.; Mistretta, M. (2001). *Towards an environmental index of sustainability to be adopted in urban contexts*. Proceedings of the 7th International World Congress CLIMA 2000. Naples, September 15–18.
- Beccali, M.; Cellura, M, Mistretta, M. (2007). *Environmental effects of energy policy in sicily: The role of renewable energy*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 11. 282–298.
- Capros, P. (s.d.). *The PRIMES Energy System Model Summary Description*. National Technical University of Athens. European Commission Joule-III Programme.
- Castanheira, L. (2002). *O Planeamento Energético Urbano e o Desenvolvimento Sustentável*. Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia. Dissertação de Mestrado.

- Castanheira, L.; Gouveia, J. B. (2004). *Energia, Ambiente e Desenvolvimento Sustentável*. SPI – Sociedade Portuguesa de Inovação. Porto. ISBN 972-8589-45-X.
- Center of Excellence for Sustainable Development (1997). *THE ENERGY YARDSTICK: Using PLACE<sup>3</sup>S to Create More Sustainable Communities*. Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, U.S. Department of Energy. Abril.
- Clarke, J.A.; Grant, D. (1996). *Planning Support Tools for the Integration of Renewable Energy at the Regional Level*. Energy Systems Division, University of Strathclyde, WREC.
- Contreras, A.; Yigit, K. S.; Veziroglu, T. N. (1997). *Spanish Energy Planning Towards a Sustainable Future*. Energy Conversion Management Vol. 38, No. 5, 443-452.
- Cormio, C.; Dicorato, M.; Minoia, A.; Trovato, M. (2003). *A regional energy planning methodology including renewable energy sources and environmental constraints*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 7. 99–130.
- Cruz, Luís & Barata, Eduardo (2007). *Estrutura económica, intensidade energética e emissões de CO<sub>2</sub>: Uma abordagem Input-Output*. Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra Grupo de Estudos Monetários e Financeiros (GEMF) – Estudos do GEMF. N.º 8. Publicação Co-Financiada pela Fundação para a Ciência e Tecnologia. Coimbra 2007.
- DGOTDU (2008). *A Energia nas Cidades do Futuro – Políticas de Cidades 1*. DGOTDU, Maio. ISBN 978-972-8569-41-9
- Diamantini, T.; Zanon, B. (2000). *Planning the urban sustainable development - The case of the plan for the province of Trento, Italy*. Environmental Impact Assessment Review 20. 299–310.
- DREAM. (2004) *Draft of Regional Energy Master Plan*. Dipartimento di Ricerche Energetiche e Ambientali, University of Palermo. March.

- Energy Information Administration (2007). *Integrating Module of the National Energy Modeling System: Model Documentation 2007*. Office of Integrated Analysis and Forecasting - Energy Information Administration. DOE/EIA-M057. Maio.
- Energy Information Administration (2008). *International Energy Outlook 2008*. União Europeia.
- Ferreira, V.; Pereira, T.; Seabra, T.; Torres, P.; Maciel, H. (2008). *Portuguese National Inventory Report on Greenhouse Gases, 1990-2006 Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol*. Agência Portuguesa do Ambiente. Amadora. 15 de Abril.
- Goldemberg, J.; Villanueva, L. D. (2003). *Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento*. 2ª Edição. Edusp. São Paulo. ISBN 8531404525.
- Green Car Congress (2008a). *EIA Projects World Energy Use to Grow 50% Between 2005 and 2030*. <http://www.greencarcongress.com/2008/06/eia-projects-wo.html#more>. Consultado em 26 de Junho.
- Green Car Congress (2008b). *Global Energy Consumption Rises as Supplies Lag*. Disponível em: <http://www.greencarcongress.com/2008/06/global-energy-c.html>. Consultado em 26 de Junho.
- Green Car Congress (2008c). *IEA Outlines Scenarios for Global CO2 Reduction by 2050*. Disponível em: <http://www.greencarcongress.com/2008/06/iea-outlines-sc.html>. Consultado em 26 de Junho.
- Grubb, M.; Edmonds, J.; Brink, P. ten; Morrison M. (1993). *The Costs of Limiting fossil-Fuel CO<sub>2</sub> Emissions: A Survey and Analysis*. Annual Review of Energy and the Environment, California 18. 397-478.
- Heaps, C. (2002). *Integrated Energy-Environment Modeling and LEAP*. SEI-Boston and Tellus Institute November 18.

- Heaps, C. (2007). *Tools for Climate Policy Planning*. Stockholm Environment Institute. 20 de Novembro.
- Heaps, C. (2008) *LEAP - A Tool for Energy Planning and GHG Mitigation Assessment*. Energy Modelling Workshop. Bonn. 22-24 September.
- Heaps, C. (2008a). *Long range Energy Alternatives Planning System - An Introduction to LEAP*. S. INSTITUTE - SEI-Boston and Tellus Institute. February 6.
- Hennicke, P. (2004). *Scenarios for a robust policy mix: the final report of the German study commission on sustainable energy supply*. Energy Policy 32 (15): 1673–8.
- Hirematha, R.B.; Shikhab, S.; Ravindranathb, N.H. (2007). *Decentralized energy planning; modeling and application—a review*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 11.729–752.
- Hourcade J.C., Richels, R.; and Robinson, J. *et al.* (1996). *Estimating the cost of mitigating greenhouse gases*. In: Bruce JP, Lee H, Haites EF, editors. *Climate change 1995: economic and social dimensions of climate change*. Contribution of working group III to the second assessment report of the IPCC. Cambridge: University Press. Cambridge. p. 263–96.
- Inatomi, T. A. H.; Udaeta, M. E. M. (2000). *Análise dos Impactos Ambientais na Produção de Energia dentro do Planeamento Integrado dos Recursos*. Planeamento Integrado de Recursos Energéticos: Gestão da Oferta e da Demanda de Energia para o Setor Elétrico. Relatório da Oficina de PIR. 18 de Dezembro.
- Instituto do Ambiente (2006). *Relatório de Progresso Demonstrável de Portugal ao abrigo do artigo 3.2 do protocolo de Quioto*. Instituto do Ambiente. Amadora. Junho.
- IPCC (2006), *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Prepared by the National Greenhouse Inventory Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. e Tanabe K. (eds)., IGES, Japan.

- Karekezi, S. (2002). *Renewables in Africa—meeting the energy needs of the poor*. Energy Policy 30 (11–12): 1059–69.
- Koritarov, V. *et al* (2001). *ENPEP for Windows Version 2.1 User's Guide for the BALANCE Model – Draft*. ARGONNE NATIONAL LABORATORY. Junho.
- Lazaurus, M.; Heaps, C.; Hippel, D. von, (1994). *Assessment of mitigation options for the energy sector*. In: Technical Report to IPCC Second Assessment Report, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Working Group II (ING 10th Session). IPCC, Geneva, Switzerland.
- Loulou, R.; Remne, U.; Kanudia, A.; Lehtila, A.; Goldstein, G. (2005). *Documentation for the TIMES Model PART I*. Energy Technology Systems Analysis Programme. Abril.
- Lowe, I. (1996). *Greenhouse gas mitigation: policy options*. Energy Conversion Management 37 (6–8): 741–6.
- Mantzos, L. (2006). *Tools and approaches for developing projection estimates relevant to LRTAP Convention and NEC reporting - The PRIMES model*. Energy-Economy-Environment Modeling Laboratory, ICCS/NTUA. Thessaloniki. Outubro.
- Nabais, J. F. (2005). *Sector dos Transportes – Uma perspectiva energética e ambiental*. 2ª Edição. ETEP – Edições Técnicas e Profissionais. Mafra. Abril. ISBN 978-972-8480-08-0.
- Pereira, T. C. (2006) *GEE – Perspectiva Nacional*. Seminário “Mobilidade e Alterações Climáticas: o País e o Concelho” Biblioteca Municipal de Oeiras. 21 de Setembro.
- PNUD (2007). *Relatório de Desenvolvimento Humano 2007/2008 – Combater as alterações climáticas: solidariedade humana num mundo dividido*. Edições Almedina, Coimbra. ISBN 978-972-40-3313-6.
- Reuter, A. (1990). *MESAP Microcomputer-based Energy Sector Analysis and Planning System*. Overview brochure. University of Stuttgart, August.

- Reuter, A. (1990a). *Rational Use of Energy in Developing Countries Modelling Tools: Case Study Nigeria*. 25<sup>th</sup> Intersociety Energy Convention Engineering Conference, Reno.
- Sathaye, J.; Meyers, S. (1995). *Greenhouse Gas Mitigation Assessment: A Guidebook. APPENDIX B – LEAP: An End-Use Accounting and Modeling System*. Kluwer Academic Publishers, AH Dordrecht, The Netherlands.
- Sayigh, A.A.M. (1995). *Energy saving and environment*. Applied Energy 52. 317–35.
- Seixas, J.; Simões, S.; Cleto, J. (2007). *TIMES\_PT: O modelo TIMES e sua aplicação a Portugal*. Workshop Metodologias de Avaliação de Interacções Económico-Ambientais. Departamento de Prospectiva e Planeamento e Relações Internacionais. 6 Junho.
- Serra, E.; Sousa, C. (2007). *Como reduzir o consumo de energia numa habitação – Projecto Eco n'Home*. Agência Municipal de Energia de Almada (AGENEAL). 3º Seminário RENAE. 15 de Maio. Santa Maria da Feira.
- Schmidt, L. (2008). *País (IN)Sustentável – Ambiente e Qualidade de Vida em Portugal*. 2ª Edição. Esfera do Caos Editores Lda, Lisboa. IBBN 978-989-8025-33-3.
- Smart Communities Network (s.d.). *THE ENERGY YARDSTICK: USING PLACE<sup>3</sup>S TO CREATE SUSTAINABLE COMMUNITIES*. Disponível em: <http://www.smartcommunities.ncat.org/articles/place3s.shtml#creating>. Consultado em 25 de Maio de 2008.
- Song, H. *et al* (2007). *Environmental and economic assessment of the chemical absorption process in Korea using the LEAP model*. Energy Policy 35. 5109–5116.
- Stockholm Environment Institute (2006). *Long-range Energy Alternatives Planning System - User Guide*. March.
- Stockholm Environment Institute-B (2001). *Long-range Energy Alternative Planning System; User Guide for LEAP version 2000*. Boston, USA.



- Support the Ad Hoc Groups of the Euro-Mediterranean Energy Forum - SAHGEMEF (2002). *Economic Analysis Report - Examination of Existing Analysis & Planning Tools Support to the Ad hoc Group-Economic Analysis - Version 1.0*. June.
- Tahara, K.; Kojima, T, Inaba, A. (1997). *Evaluation of CO<sub>2</sub> payback time of power plants by LCA*. Energy Conversion Management 38: S615–S20.
- UNFCCC (2006). *Training Handbook on Mitigation Assessment for Non-Annex I Parties*. Consultative Group of Experts on National Communications from Parties Not Included in Annex I to the Convention (CGE). Maio.
- Wang, K.; Wang, C.; Lu, X.; Chen, J. (2007). *Scenario analysis on CO<sub>2</sub> emissions reduction potential in China's iron and steel industry*. Energy Policy 35, 2320–2335.
- World Energy Council (2007). *Energy and Climate Change - World Energy Council 2007*. United Kingdom. Junho. ISBN: 0 94612124 9.

## **ANEXOS**

### **ANEXO I – Outros resultados da análise realizada com o software LEAP**

## ANEXO I - Outros resultados da análise realizada com o software LEAP

